Comisión Oceanográfica Intergubernamental
Colección Técnica

18

La contaminación mundial del mar: Una recapitulación

Por Michael Waldichuk

Department of Fisheries and the Environment
Fisheries and Marine Service
Pacific Environment Institute
Vancouver (Canadá)

Unesco 1977

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de las Secretarías de la Unesco y de la COI, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

Edición española: ISBN 92-3-301551-3
Edición inglesa : ISBN 92-3-101551-6
Edición francesa: ISBN 92-3-201551-X
Edición rusa : ISBN 92-3-401551-7

Publicada en 1978 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Place de Fontenoy, 75700 París
Impreso por Rolland, París

© Unesco 1978
Impreso en Francia

Prefacio

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, por conducto de su Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), desempeña desde hace varios años una función rectora en el sistema de las Naciones Unidas para centrar la atención de los Estados Miembros en los problemas de la contaminación del mar.

La magnitud del esfuerzo desplegado por el sistema de las Naciones Unidas y otros organismos internacionales, tanto gubernamentales como no gubernamentales, ha aumentado notablemente en años recientes paralelamente al aumento no menos notable de la preocupación por el estado de los océanos y los mares del mundo. En consecuencia, se han multiplicado también los peligros de duplicación de esfuerzos.

A petición del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental ha encargado al doctor Michael Waldichuk, destacado especialista canadiense en ciencias del mar, que prepare un examen general de la contaminación del mar y de los esfuerzos que se están desplegando para estudiarla en el plano internacional. Gracias a su vasta experiencia en las actividades internacionales de ciencias del mar y de investigación de la contaminación del mar, adquirida en gran parte por su participación personal en las reuniones y en los grupos de expertos internacionales sobre ese tema, el doctor Waldichuk está bien calificado para la tarea que se le ha encomendado. Al exponer brevemente el estado de la contaminación del mar, en la medida en que se conoce o se comprende actualmente, el doctor Waldichuk ha puesto a contribución no sólo sus grandes conocimientos sino también la información contenida en el libro "La salud de los océanos", publicado en 1976 por La Editorial de la Unesco. Sin embargo, la parte principal del presente informe describe las medidas que están tomando los organismos internacionales principalmente interesados en este problema. El doctor Waldichuk ha actualizado el informe hasta junio de 1977. Las opiniones aquí expresadas son las del autor y no reflejan necesariamente las de la Unesco o la Comisión Oceanográfica Intergubernamental.

La Unesco y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental desean dar las gracias al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente por su autorización para imprimir el informe en la Colección Técnica de la COI.

Indice

	Página
RESUMEN	7
INTRODUCCION	9
LA CONTAMINACION DEL OCEANO COSTERO EN OPOSICION A LA DEL OCEANO ABIERTO	10
TIEMPOS DE RESPUESTA SOCIALES Y AMBIENTALES A LA ENTRADA DE CONTAMINANTES	13
EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES DEL MEDIO	14
1. Peligros para la salud del hombre	14
2. Efectos ecológicos	14
3. Efectos antiestéticos	16
CONTAMINANTES CRITICOS	17
1. Metales	17
2. Productos químicos sintéticos	22
3. Hidrocarburos del petróleo	25
4. Radionúclidos	27
5. Desperdicios sólidos	31
FORMAS DE ENTRADA DE LOS CONTAMINANTES EN EL MEDIO MARINO, PROCESOS DE TRANSPORTE Y SUMIDEROS	32
CONTROL INTERNACIONAL DE LA CONTAMINACION DEL MAR	34
1. Estado actual (1977) del control	34
2. Problemas pendientes y actividades internacionales en curso para el control de la contaminación del mar	38
ASPECTOS CIENTIFICOS DE LA CONTAMINACION DEL MAR	40
1. Actividades intergubernamentales relacionadas con el control de la contaminación del mar	40
2. Investigaciones no gubernamentales sobre la contaminación del mar	46
3. Actividades regionales	49
4. Estudios nacionales de importancia mundial	53
INTERCAMBIO DE DATOS	69
NECESIDADES Y PROGRAMAS DE FORMACION	70
LAGUNAS EN LAS ACTIVIDADES DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACION DEL MAR Y PRIORIDADES PARA ACTIVIDADES FUTURAS	72
1. Legislación	72
2. Estado de salud del océano	73
3. Investigaciones sobre la contaminación del mar	73
CONCLUSIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	78
APENDICE I. Lista de cuadros	94
APENDICE II. Lista de abreviaturas	95

Prólogo

La versión original de este informe fue preparada primeramente por encargo de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Unesco para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El autor presentó este informe a la Reunión del Grupo Asesor de Nivel I del PNUMA que se celebró en Nairobi (Kenya) del 10 al 14 de noviembre de 1975. A base de los comentarios y los debates de los participantes en esa reunión, así como de las revisiones de las Secretarías de los órganos especializados de las Naciones Unidas, el documento original se revisó y volvió a someterse al PNUMA en diciembre de 1975. Una versión abreviada de este informe se utilizó como documento de referencia para la Cuarta Reunión del Consejo de Administración del PNUMA, que se reunió en Nairobi en marzo de 1976. El presente informe incorpora más actualizaciones y revisiones basadas en los nuevos adelantos realizados en este campo y en otros comentarios formulados desde 1975. Aunque se ha procurado recoger todas las críticas, las opiniones finales expresadas son las del autor y no están respaldadas necesariamente por la Unesco o el PNUMA. En vista de la considerable longitud del documento, he incluido un resumen para los lectores que sólo deseen tener una idea de la Recapitulación.

La versión inicial del informe se redactó mientras el autor trabajaba en los Friday Harbor Laboratories de la Universidad de Washington, Friday Harbor, Washington, durante el verano de 1975. El autor expresa su reconocimiento al Sr. Raymond C. Griffiths, de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, por la orientación recibida para preparar la primera versión, así como por su ayuda, junto con la del Sr. Gary Wright, para la revisión final del texto destinado a su publicación. Es un placer dar también las gracias al PNUMA por su apoyo para la preparación de este informe y por haber aprobado su publicación. La Sra. Loretta P. Beck ha mecanografiado las diferentes versiones de este informe dando muestras de paciencia y buena voluntad para hacer las numerosas modificaciones introducidas.

M. Waldichuk

EX LIBRIS Scan Digit

The Doctor

Página intencionalmente en blanco en el original

Resumen

Los problemas que plantea la contaminación mundial del mar se examinan en este informe tanto desde el punto de vista de los efectos locales agudos a corto plazo, como de los efectos mundiales, crónicos y acumulativos a largo plazo de los contaminantes en el océano mundial. Los problemas, actuales de la contaminación son más graves en las aguas costeras, que sólo constituyen el 10% de la superficie de los océanos pero que, junto con las zonas de surgencia del mundo, producen el 99% de la captura mundial de peces. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de la acumulación de sustancias persistentes son las que causan más preocupación. Es conveniente clasificar los contaminantes críticos del mar en cinco categorías: 1) metales; 2) productos químicos sintéticos; 3) hidrocarburos del petróleo; 4) radionúclidos; y 5) desperdicios sólidos. Los contaminantes pueden penetrar en el mar a través de los ríos, de la atmósfera, de las alcantarillas marinas, del vertido directo, de los barcos y de actividades marinas tales como la minería. Se considera que el transporte atmosférico de contaminantes y su entrada en el mar por la precipitación en seco, la lluvia y el lavado constituyen una vía rápida importante hacia el océano mundial de ciertos contaminantes derivados de las actividades del hombre sobre la tierra. Esto se aplica en particular a los radionúclidos y a los hidrocarburos polihalogenados, por ejemplo, el DDT y los PCBs, pero también puede ser importante para la dispersión mundial de los metales y los hidrocarburos del petróleo.

Los problemas de la contaminación del mar por los barcos, especialmente por petróleo y por vertido directo, están siendo rápidamente controlados mediante las legislaciones nacionales y los convenios internacionales, tales como la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Barcos (1973) y la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertido de Desechos y otras Materias (1972). La regulación de las pruebas atmosféricas de armas atómicas de las principales potencias nucleares, en virtud del Tratado de Prohibición de las Pruebas de Armas Nucleares en la Atmósfera, en el Espacio Exterior y Bajo el Agua (1973) ha detenido en gran parte la entrada de radionúclidos en el mar por precipitación. Existen rigurosos controles sobre los reactores nucleares y otros usos de la energía atómica con fines pacíficos, de manera que en ausencia de accidentes, hay una entrada mínima de radionúclidos en el mar procedentes de esas fuentes.

Las fuentes restantes de contaminación del mar que deben controlarse mundialmente son las basadas en los continentes y las derivadas de la explotación de recursos minerales (incluido el petróleo) en el fondo del mar. Las mayores contribuciones de contaminantes procedentes de fuentes continentales penetran en el mar a través de la atmósfera (vientos) y de los ríos. La Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar está examinando un posible control internacional por lo menos de algunas de esas fuentes de contaminación del mar.

Muchas conferencias científicas sobre el medio marino están identificando los principales problemas de la contaminación, examinando los aspectos críticos y determinando los procedimientos para poder realizar un reconocimiento de referencia significativo y establecer un programa de vigilancia eficaz. Todos los organismos especializados de las Naciones Unidas que se interesan por el medio marino siguen examinando ciertos problemas de contaminación de sus sectores de competencia. El Grupo Mixto COI/FAO/Unesco/OMM/OMS/OIEA/NU/PNUMA[1)] de Expertos en Aspectos Científicos de la Contaminación del Mar (GESAMP) examina algunos de los problemas sobre una base interdisciplinaria en reuniones anuales y en grupos de trabajo que se reúnen en los periodos

---

1) Al final de este informe (Apéndice II) se incluye una lista de abreviaturas.

comprendidos entre esas reuniones. Dicho Grupo asesora a los organismos patrocinadores y, a través de ellos, a los gobiernos miembros, sobre los problemas de la contaminación del mar. El Proyecto Piloto del IGOSS (COI/OMM) sobre Vigilancia de la Contaminación del Mar (Petróleo) empezó en enero de 1975, con un examen de los resultados del primer año en mayo y junio de 1976 y con otro examen previsto para una fecha indeterminada después de 1977. El Grupo Internacional de Coordinación (GIC) de la COI para la Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME) celebró su tercera y última reunión en la Unesco, París, en julio de 1975 y preparó un Plan General para la Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino, así como Directrices relativas a estudios básicos. El Comité de Trabajo de la GIPME, que sustituyó al GIC, celebró su primera reunión en Hamburgo del 18 al 22 de octubre de 1976. Se están haciendo progresos en el intercambio de datos científicos sobre la contaminación del mar. Además, se están organizando cursos y seminarios a fin de formar personal técnico de los países en desarrollo en los métodos de medición y evaluación de la contaminación del mar y en la ejecución de proyectos regionales para investigar los problemas de la contaminación del mar.

Se presenta un programa compuesto para vigilar la contaminación del mar en unas 200 estaciones estratégicamente situadas en aguas oceánicas, en aguas próximas a la costa y en aguas estuarinas, así como en 50 estaciones de muestreo aerológico. Las tendencias de las concentraciones de ciertos contaminantes críticos en el agua, los organismos y los sedimentos, unidas a las variaciones en las características del agua, proporcionarán un sistema rápido de alerta, que permitirá tomar medidas de control antes de que se produzcan daños graves a largo plazo en el medio marino mundial. Se proponen varios proyectos de investigación de la contaminación del mar a fin de satisfacer ciertas necesidades de información para la lucha contra la contaminación.

Introducción

Los océanos cubren el 71% de la superficie del globo. La predominancia del agua en la superficie de la tierra se ve claramente en algunas fotografías relativamente exentas de nubes tomadas desde satélites en las recientes misiones lunares APOLLO. Basándose en la gran proporción de agua que recubre la tierra, puede decirse justificadamente que el océano es la regla más que la excepción. La tierra es, en efecto, el planeta acuático. La enormidad del volumen de agua sólo puede visualizarse si consideramos que representa un manto de 2,7 kilómetros de espesor distribuido regularmente sobre toda la superficie terrestre, con un total de 1.400 millones de kilómetros cúbicos. Un río de la dimensión del Amazonas tardaría 0,22 millones de años en vaciar el océano mundial.

Esta inmensidad ha contribuido considerablemente al mito de que los océanos tienen una capacidad de dilución infinita y que, por lo tanto, pueden considerarse como un gigantesco vertedero para todos los desechos producidos por el hombre. En cierta medida, este concepto primitivo de infinita capacidad de dilución podría estar justificado si los desechos introducidos en los océanos pudieran dispersarse y diluirse instantáneamente en todo el volumen de los océanos. Sin embargo, los procesos físicos no actúan tan rápidamente en el mar, de manera que en ciertas zonas localizadas pueden producirse acumulaciones de desechos con sus consecuencias desfavorables para el medio ambiente. En realidad, esto puede haber sido una suerte porque ha dado la alarma sobre la contaminación del mar desde muchos lugares. Además, nos hemos dado cuenta repentinamente de los problemas mundiales. Se ha encontrado DDT en el tejido adiposo de los animales marinos en todas partes, muy lejos de las fuentes de ese producto. Las manchas de petróleo y los conglomerados de alquitrán están ampliamente distribuidos en los océanos, lo que fue una asombrosa revelación para Thor Heyerdahl (1972) en sus expediciones "RA" a través del Atlántico durante 1969 y 1970. En todas las playas del mundo, desde Indonesia hasta Florida (Estados Unidos de América) pueden encontrarse residuos de alquitrán y desperdicios sólidos. La costa sureste de Africa recibe petróleo y conglomerados de alquitrán de las descargas efectuadas en las rutas de los petroleros en el Océano Indico; España y Portugal en el este y las Indias Occidentales en el oeste son recipientes involuntarios y disgustados de residuos aceitosos arrastrados hacia la costa por los vientos y las corrientes predominantes en el Atlántico.

De repente nos hemos dado cuenta de que los océanos no pueden considerarse como un sumidero de capacidad ilimitada para todos los desechos de origen humano. La contaminación por aguas residuales ha obligado a cerrar los bancos costeros de ostras debido a su gran recuento bacteriano y al riesgo de que transmitan enfermedades tales como la hepatitis infecciosa. La temible enfermedad de Minamata en el Japón iba asociada al consumo de pescado y de moluscos contaminados con metilmercurio procedente de una industria química. Aunque el efecto de la contaminación sobre la pesca mundial es todavía insignificante en lo que respecta a la captura mundial total, ya hay indicios de graves daños a los recursos pesqueros locales, que podrían llegar a adquirir considerables proporciones. En la Bahía de Placentia (Terranova) se han encontrado "arenques rojos" moribundos a causa del fósforo elemental en forma coloidal procedente de una fábrica de fósforo situada en Long Harbour. Las especies de peces más finas y sensibles como el salmón del Atlántico, están disminuyendo en muchas zonas. Es evidente que no puede utilizarse todo el volumen de los océanos mundiales con fines de dilución, debido a la naturaleza del mar, al carácter de las sustancias introducidas por el hombre y a la forma en que lo hace. Gracias a los procesos que concentran los materiales en el mar e impiden su dispersión y dilución totales hemos podido recibir abundantes avisos para hacer algo en relación con los desechos antropogénicos antes de que las tendencias indiquen que está produciéndose en el mar abierto un grado peligroso de contaminación. Podemos considerar ahora los océanos como nuestra última defensa contra una catástrofe mundial resultante del ataque del hombre que con una tecnología cada vez más adelantada y una producción

cada vez más abundante trata de satisfacer sus creciente necesidades. El océano tiene una capacidad finita para asimilar los materiales introducidos, si bien todavía no sabemos cuál es el límite seguro de esa capacidad.

Los océanos deben concebirse como un recurso disponible en beneficio de la humanidad. Convenientemente administrado, este recurso seguirá satisfaciendo indefinidamente las numerosas demandas de que es objeto. Utilizado de una manera premeditada o irreflexiva para satisfacer al menos una necesidad temporal, el océano puede servir para asimilar una cantidad limitada de desechos de origen doméstico e industrial. Es indudable que la cantidad de sustancias contaminantes introducidas en el mar disminuirá al cabo del tiempo mediante un control nacional e internacional deliberado. Mientras tanto, es esencial no producir ningún daño irreversible al medio marino y a sus recursos.

Un problema importante en estos momentos es evaluar los efectos de la contaminación en el medio marino, que se superponen a una multitud de fluctuaciones naturales, sin contar efectos antropogénicos tales como la sobrepesca. Podría afirmarse que el "ruido de fondo" es con frecuencia mayor que la "señal". Un verdadero desafío para los científicos consiste en separar los diversos efectos de la exploración pesquera y del medio natural de manera que puedan discernirse claramente los cambios producidos por la contaminación del mar y otras perturbaciones causadas por el hombre. La producción pesquera mundial (FAO, 1974a) ha venido creciendo continuamente desde 1946, con la excepción de un periodo a comienzos de los años 70 en que decayó la pesca de la anchoveta peruana, debido a que han seguido explotándose nuevas pesquerías. Cuando se hayan encontrado y se exploten todos los recursos nuevos con un rendimiento óptimo sostenido, será posible reconocer los descensos debidos a la contaminación antropogénica (FAO, 1971d).

La contaminación del océano costero en oposición a la del océano abierto

Tanto desde el punto de vista espacial como temporal, los océanos deben considerarse de un modo bastante específico con arreglo a cada tipo de contaminación. A este respecto, los problemas a corto plazo deben examinarse por separado de los problemas a largo plazo. Análogamente, los problemas locales o costeros deben tratarse de un modo distinto que los problemas mundiales. Los problemas locales pueden afectar sin duda a un recurso, pero son los problemas mundiales los que tienen consecuencias graves a largo plazo. Se calcula que las aguas costeras hasta el borde de la plataforma continental constituyen el 10% de la superficie de los océanos mundiales. Sin embargo, el 99% de la captura mundial de peces procede de esas aguas costeras y de las zonas de surgencia relativamente pequeñas (0,1%). La mayor parte del océano abierto, por falta de nutrientes para mantener la vida, es un desierto biológico. El Cuadro 1 muestra la importancia de las diferentes regiones oceánicas, desde el punto de vista de los efectos sobre los recursos marinos y de su duración.

En lo que se refiere a la protección de los recursos vivos marinos, y ésta es una consideración bastante esencial en la lucha contra la contaminación, es evidente que debe prestarse primordial atención a la región costera. La disminución de la contaminación en estas aguas puede también aliviar, o al menos retrasar, la contaminación del océano mundial. Sin embargo, un tipo determinado de contaminación puede ser más importante en las aguas costeras que en el mar abierto. Las aguas residuales pueden causar multitud de problemas en las aguas costeras, pero pueden ser inocuas en el mar abierto, siempre que no hayan grandes concentraciones de metales y otras sustancias no biodegradables. Los desechos de la fabricación de pulpa de madera pueden crear condiciones anóxicas en las aguas interiores poco renovadas y ser sumamente tóxicos para una parte de la fauna litoral. Sin embargo, pueden contribuir poco a la contaminación mundial del mar a largo plazo, a menos que contengan fungicidas mercuriales u otras sustancias tóxicas e indestructibles. En cambio, el mercurio, el cadmio y los radionúclidos, por ejemplo, liberados cerca de la costa pueden ser tóxicos y bioacumulados por los invertebrados litorales, pero contribuyen al mismo tiempo a la carga de estos elementos en el océano mundial.

Cuadro 1

Categorías de zonas oceánicas y tipos de contaminación, con sus efectos sobre su utilización y su duración

Zona oceánica	Tipos de contaminación	Efectos sobre utilizaciones y tendencias de la contaminación	Duración de los efectos
Aguas costeras (10% de la superficie total; 99% de la captura total de peces, incluida la de las zonas de surgencia)	Aguas residuales; desechos industriales; desperdicios; hidrocarburos del petróleo	Destrucción o inutilización de recursos vivos; menoscabo de los usos industriales del agua del mar; disminución de los valores estéticos y recreativos	A corto plazo; principalmente durante el periodo de descarga
	Sustancias orgánicas sintéticas; metales; radiactividad	Disminución o inutilización de recursos vivos	A largo plazo; los metales y las sustancias orgánicas sintéticas depositadas en los sedimentos pueden ser liberados para un largo tiempo por lixiviación normal o por efecto del dragado
Océano abierto (90% de la superficie total: 1% de la captura total de peces, excluida la de las zonas de surgencia)	Sustancias orgánicas sintéticas; metales; hidrocarburos del petróleo; radiactividad	Las concentraciones crecientes en el agua y en los organismos pueden indicar tendencias peligrosas	A largo plazo; la duración depende del tiempo de residencia del contaminante

Los graves problemas de la contaminación costera se manifestaron primeramente en las naciones muy industrializadas en las que existen concentraciones urbanas e industriales a lo largo de la costa. Los estuarios se encuentran en las primeras zonas acuáticas que sucumben a los abusos del hombre. Las especies de peces anadromos, que son particularmente sensibles a la contaminación, son con frecuencia los primeros recursos pesqueros que desaparecen. Así ha sucedido en varios estuarios de ambos lados del Atlántico Norte, donde se han vertido desechos domésticos e industriales en grandes cantidades en los ríos durante un siglo o más. Si bien la productividad de los estuarios, medida por la biomasa, no parece haber disminuido, la estructura comunal de la flora y la fauna ha cambiado considerablemente. Las "malas hierbas" tienden a aumentar, mientras que las especies útiles como pasto para los organismos superiores y como alimento para el hombre tienden a disminuir.

Aunque algunos de los países altamente industrializados hubieran preferido no tener el dudoso honor de servir de sistema de alerta precoz para el mundo contra la contaminación del mar, así ha sucedido realmente. Por ejemplo, hemos visto al Japón dar la alerta sobre los problemas que puede plantear la contaminación por metales en la tragedia de la enfermedad de Minamata debida a la intoxicación con mercurio y en la penosa enfermedad itai itai debida a la ingestión de cadmio. La contaminación accidental de alimentos con PCBs en el Japón produjo ya en 1968 un trastorno cutáneo parecido al cloracné y complicado con parálisis, fatiga, dolor muscular, alteraciones visuales y vómitos que afectó a unas 5.000 víctimas. Las funestas consecuencias de la contaminación ambiental con mercurio para la vida de las aves se observó por primera vez en Suecia. Las consecuencias de los desechos industriales para las poblaciones acuáticas se manifestaron de varias maneras

en el Rhin. La eliminación del oxígeno de las aguas por efecto de los desechos domésticos se demostró claramente en el Támesis y en el fiordo interior de Oslo, donde se han vertido durante largo tiempo grandes cantidades de desechos antropogénicos procedentes de las ciudades de Londres y Oslo respectivamente.

Podría afirmarse que mucho antes de que el océano abierto presente un grado peligroso de contaminación, el medio costero se habrá contaminado de una manera intolerable en muchos lugares. En general, puede considerarse que esto es cierto, a menos que las prácticas actuales de evacuación de desechos en el mar se modifiquen considerablemente. Sin embargo, el medio costero es sumamente variable, pues está afectado por las características locales del mar y muy influido por los procesos continentales. Los cambios que en él ocurren estacionalmente y de un año a otro varían mucho según el lugar. Las aguas costeras, especialmente en los estuarios, pueden también considerarse como un "filtro" para el agua dulce que llega al mar procedente de la tierra. Una importante proporción de las sustancias en disolución y en suspensión es separada por la actividad biogeoquímica y depositada, por último, en los sedimentos.

Puesto que la mayor parte de la contaminación del mar tiene su origen en la tierra y, por lo común, atraviesa primero la zona costera, puede alegarse que la mejor forma de controlar la contaminación en el medio marino mundial es el control de la contaminación en las aguas costeras por el estado ribereño. Aunque este enfoque podría ser válido si todos los estados costeros ejercieran un control uniforme, todavía quedarían varias fuentes incontrolables de contaminación, por ejemplo, las escorrentías urbana y rural. Sin embargo, el efecto final neto sobre el océano mundial sólo puede determinarse en alta mar a gran distancia de los efectos perturbadores de la tierra. Las tendencias que se observen en el mar abierto deben determinar las medidas necesarias para controlar el aporte mundial de contaminantes. Las condiciones existentes en las aguas costeras cambian tan radicalmente de una estación a otra y de una región a otra, que rara vez podrían utilizarse como un índice de las condiciones variables existentes en la totalidad del medio marino.

Aunque la atención internacional debe centrarse particularmente en el problema de la contaminación del océano mundial, se reconoce que los organismos internacionales son los que mejor pueden coordinar también las actividades regionales para evaluar los problemas de la contaminación costera. Es en el océano abierto, considerado hoy día y probablemente durante algún tiempo en el futuro como aguas internacionales, donde pueden ponerse de manifiesto problemas cuyas consecuencias serán de larga duración. Es también aquí donde ciertos componentes, como los metales pesados, presentes ya en el mar en concentraciones muy bajas, pueden mostrar tendencias mundiales peligrosas. Es aquí donde las sustancias producidas por el hombre, como el DDT y los PCBs, que son ajenos al medio marino natural, indicarán primeramente que se están creando condiciones indeseables en escala mundial.

La radiactividad ha sido tal vez la primera forma de contaminación mundial del mar. Apareció inicialmente a consecuencia de las primeras pruebas de armas atómicas realizadas por los Estados Unidos de América en el Pacífico Sur después de la segunda guerra mundial. Transportados por las corrientes de aire estratosféricas, los productos de fisión de una explosión atómica subaérea se distribuyeron por la atmósfera y se depositaron en la superficie de la tierra principalmente en las zonas templadas.

Pronto se identificó en todas las zonas del océano la radiactividad procedente de la precipitación atómica. Los productos de fisión de vida más larga, el estroncio-90 (periodo de semidesintegración 28 años) y cesio-137 (periodo de semidesintegración 30 años) pudieron identificarse en el agua del mar y en la biota marina casi por doquier, aunque por lo común en concentraciones muy pequeñas. Debido tal vez a la disponibilidad de técnicas analíticas sensibles para medir pequeñas concentraciones de radionúclidos pudimos aprender rápidamente tanto sobre la distribución mundial de los productos de fisión resultantes de las pruebas de armas atómicas. Utilizando los radionúclidos liberados en las pruebas como trazadores, pudimos adquirir muchos conocimientos sobre los procesos de circulación y mezcla en los océanos. También pudimos estudiar la absorción de radionúclidos por varias especies marinas (Lowman, 1970). El asombroso factor de concentración (relación entre la concentración en el organismo y la concentración en el agua exterior) del cinc-65 en las ostras (100.000 a 200.000) demostró algunos de los peligros de la bioacumulación de contaminantes tóxicos en los organismos marinos.

Es indudable que la máxima preocupación por la contaminación radiactiva fue expresada no por los ecólogos marinos sino por los especialistas en genética humana. Se reconoció de un modo general que la radiación puede producir mutaciones y que una radiación excesiva puede ser genéticamente nociva. Se consideró que no había un umbral inferior para las lesiones genéticas y somáticas producidas por la radiación. Algunos científicos muy calificados estimaron que sólo en los Estados Unidos de América aparecerían 50.000 casos más de leucemia cada año si se mantenía la intensidad de las pruebas atómicas atmosféricas de finales de los años 50.

Las pruebas atómicas atmosféricas realizadas entonces por la Unión Soviética agravaron esta situación que condujo finalmente a una negociación internacional sobre el control de las pruebas atómicas atmosféricas y al Tratado de prohibición de las pruebas de armas nucleares en la atmósfera, en el espacio exterior y bajo el agua de 1963.

Desde entonces se ha reconocido que otras sustancias pueden dispersarse rápidamente por todo el mundo a través de la atmósfera, como sucede con el DDT y los fluoroclorocarburos utilizados como propulsores de aerosoles. Las emisiones de plomo por el escape de los automóviles debido al plomo tetraetilo utilizado en las gasolinas antidetonantes ha producido aumentos apreciables en las concentraciones de plomo de las capas superiores en algunas zonas oceánicas.

Tiempos de respuesta sociales y ambientales a la entrada de contaminantes

Cabe hacerse la inquietante pregunta de si las tendencias crecientes de las concentraciones de sustancias atropogénicas en el mar son irreversibles. Al examinar las tendencias de los contaminantes del mar hay que tener en cuenta varios conceptos importantes. Debe reconocerse que todo sistema, por grande que sea, es capaz de restablecer su estado normal si dispone de condiciones ambientales adecuadas y de tiempo suficiente.

Consideremos, por ejemplo, el DDT. Se trata de un contaminante bien conocido por su persistencia y su tendencia a acumularse en el tejido adiposo de todos los animales. Sin embargo, sufre cierta degradación aunque sea lenta. En el medio marino, puede ser sustraido del agua por los organismos acuáticos que se depositan y forman parte de los sedimentos. En otras palabras, va quedando gradualmente inmovilizado. Mientras el aporte no sea superior a la degradación y a la pérdidá en los sedimentos llegará a alcanzarse cierto estado estacionario o concentración de equilibrio del DDT en el océano mundial. Para disminuir esta concentración de equilibrio del DDT habrá que reducir el aporte. Para eliminar por completo la carga oceánica de DDT es esencial detener el aporte.

La gran incógnita es el tiempo necesario para reducir o eliminar las concentraciones indeseables de contaminantes. Tomando de nuevo como ejemplo el DDT, cabe preguntarse cuánto tiempo hará falta para reducir a cero la concentración de DDT en el medio marino si se suprimiera el consumo de DDT en todo el mundo. Esto se llama tiempo de respuesta. El tiempo que permanece una sustancia en el océano hasta que es totalmente degradada o inmovilizada en los sedimentos se llama tiempo de residencia y su valor puede calcularse aproximadamente dividiendo la cantidad total de las sustancias en el océano por el aporte o por la pérdida anuales en el sistema. Este tiempo puede ser de meses, años, décadas, siglos o milenios, y aquí es donde radica el problema. Algunas sustancias no reactivas y persistentes pueden alcanzar concentraciones indeseables en el medio marino antes de ser descubiertas y luego pueden hacer falta generaciones para eliminarlas o al menos reducirlas a concentraciones aceptables. Además, una sustancia como el DDT sigue siendo extraída de los suelos y del manto forestal por la escorrentía durante mucho tiempo después de su aplicación inicial.

Es necesario un "sistema de alerta precoz" contra los contaminantes que penetran en el medio marino, seguido de la rápida aplicación de medidas de control. ¿Cómo se descubre la presencia de concentraciones peligrosas de una sustancia particular? Evidentemente, lo mejor sería empezar por no introducir la sustancia peligrosa en el medio marino, pero en caso de que no pueda impedirse esa introducción, es sumamente conveniente poder tomar medidas correctivas en cuanto se observe una señal de alarma.

Con frecuencia se ha tardado mucho en relacionar primero la causa y el efecto y en aplicar luego medidas preventivas. Por ejemplo, a finales de los años 30, la Chisso Corporation del Japón

empezó a verter en la Bahía de Minamata residuos de mercurio procedentes de la fabricación de formaldehido y cloruros de vinilo, en la que se utiliza óxido mercúrico como catalizador. El trastorno neurológico, llamado enfermedad de Minamata y producido por el consumo de pescado y de moluscos que contenían cloruro de metilmercurio, no se identificó hasta 1956 ni se describió ampliamente en las revistas médicas indicando las circunstancias en las que aparecía, hasta 1960 aproximadamente, cuando ya se habían notificado más de 80 casos. Sin embargo, hasta 1963, es decir, siete años después del diagnóstico del primer caso y unos 23 años después de las primeras evacuaciones de mercurio en el mar, no se demostró que la enfermedad era causada por grandes concentraciones de cloruro de metilmercurio. Poco tiempo después se tomaron medidas para controlar la evacuación de mercurio en las aguas costeras del Japón y se impusieron restricciones a las concentraciones de mercurio en los productos pesqueros destinados al mercado. Por esa época se habían producido ya unas 44 defunciones y más de 110 víctimas habían quedado inválidas para toda su vida por el trágico trastorno neurológico.

La tardanza en el control de la contaminación se debe en parte a nuestra lenta percepción de las relaciones entre causa y efecto y de las respuestas ambientales y ecológicas, unida a la lenta promulgación y aplicación de los reglamentos contra la contaminación.

Efectos de los contaminantes del medio

1. Peligros para la salud del hombre

La protección de la vida humana tiene la prioridad sobre todo lo demás en nuestra sociedad. Si se pueden asociar claramente a un medicamento, un alimento o un contaminante del medio (exceptuando tal vez sustancias utilizadas desde hace largo tiempo y que ocupan un lugar tradicional en nuestra sociedad, como el alcohol y el tabaco) casos de mortalidad o de trastornos mentales o físicos, la inspección de alimentos y medicamentos y las autoridades sanitarias retirarán rápidamente esa sustancia del mercado o impedirán que penetre en el medio ambiente. Las deformaciones humanas producidas por el medicamento talidomida, consumido por las mujeres para prevenir las náuseas durante el embarazo, provocaron la retirada inmediata de esa sustancia del comercio farmaceútico. Un agua potable municipal que presente altos recuentos bacterianos será prohibida instantáneamente por las autoridades sanitarias en la mayoría de los países. El espectro de una epidemia de cólera o de tifus acecha siempre en la sombra cuando interviene una sustancia de amplio consumo, como el agua potable.

Cuando la enfermedad de Minamata se asoció a la presencia de metilmercurio en el pescado y en los moluscos, en la mayoría de los países se impusieron controles sobre las concentraciones excesivas de mercurio en esos productos antes de llegar al mercado. Es sabido que la radiación presenta peligros tanto somáticos como genéticos para el hombre. Los efectos genéticos no están definidos demasiado claramente, pero hay suficientes indicios de lesiones genéticas por radiación para mantener la radiactividad en el medio ambiente a un nivel mínimo.

Hay otros peligros para la salud humana que no están definidos tan claramente por relaciones de causa a efecto como la enfermedad de Minamata y los accidentes de la talidomida. Es difícil prohibir una sustancia sospechosa de tener consecuencias indeseables para la salud si no se han comprobado claramente sus efectos nocivos sobre seres humanos u organismos de prueba adecuados. Por ejemplo, la relación entre la contaminación por aguas residuales y la transmisión de enfermedades por los baños de mar ofrece pocas pruebas epidemiológicas concluyentes de un peligro para la salud. En consecuencia, la protección de las aguas utilizadas para bañarse contra la contaminación por aguas residuales se sigue rigiendo en algunas partes del mundo por las llamadas "normas de conveniencia", que en lo fundamental son normas fáciles de alcanzar en una determinada masa de agua.

2. Efectos ecológicos

El efecto más importante de los contaminantes sobre el medio marino tal vez sea la perturbación ecológica, es decir, el desequilibrio creado entre los organismos y su medio, así como entre las comunidades de organismos de diferentes especies. Se trata de un efecto a menudo insidioso a largo plazo que puede provocar grandes cambios en las poblaciones de peces de importancia comercial. Es bien conocido el resultado neto de la contaminación en las masas de agua interiores, tales como el Lago Erie, en el que los peces finos han sido sustituidos por peces bastos.

Esa perturbación se debe a complejos procesos del ecosistema poco conocidos todavía. Desde el punto de vista de la protección de los recursos vivos del medio marino, los efectos ecológicos de la contaminación son los que producen una preocupación más profunda.

Se encuentra considerable resistencia cuando se intenta restringir o prohibir la utilización de sustancias que tienen efectos ecológicos desfavorables pero que no constituyen un peligro demostrado para la salud del hombre. Tal es el caso del DDT. La Montrose Company de los Estados Unidos de América comenzó la producción de DDT en el sur de California durante 1944, evacuando sus desechos en los sistemas de alcantarillado que vertían por último en el mar. En 1952 se hicieron los primeros análisis que demostraron la presencia de DDT en los sedimentos situados frente a la costa de California meridional. La concentración de DDT en los sedimentos aumentó gradualmente hasta 1969 en que disminuyó la producción y se controlaron los desechos. Entre 1969 y 1972 se observó el adelgazamiento de la cáscara del huevo en la colonia de pelicanos pardos de la Isla de Anacapa, lo que produjo graves perturbaciones en la reproducción debido a la rotura del huevo durante la incubación. Otras aves piscívoras mostraron un adelgazamiento de la cáscara del huevo con perturbaciones en la reproducción similares. Estos trastornos se atribuyeron al DDE, producto de degradación del DDT, que interfiere con el metabolismo del calcio.

El salmón coho transplantado a los Grandes Lagos sufrió también perturbaciones de la reproducción que se atribuyeron a la concentración de DDT en las gónadas de las hembras con intoxicación aguda de los alevines debida a la absorción del DDT contenido en el aceite del saco vitelino. Se sabe también que el DDT es tóxico para los salmónidos jóvenes, como se observó en el salmón atlántico en el río Miramichi y otros ríos de Nueva Brunswick durante el rociamiento intensivo de los bosques contra el gusano de las yemas del abeto. El DDT ha penetrado profundamente en la cadena alimentaria y se ha encontrado en los pingüinos, los osos polares y las focas a grandes distancias de toda posible fuente de DDT. Debido a estos problemas ecológicos, bien demostrados por pruebas científicas, se prohibió el DDT en muchos países occidentales hacia 1970.

Sin embargo, el DDT tiene sus aspectos favorables. Su utilización ha evitado sufrimientos indecibles en muchos países tropicales y semitropicales gracias a la eliminación del mosquito que propaga el paludismo. No puede negarse su contribución al aumento de la producción agrícola gracias a la eliminación de las plagas de insectos. Es indudable que seguirá utilizándose intensivamente en los países en desarrollo. El DDT seguirá probablemente aplicándose durante algún tiempo en ciertas zonas contra los mosquitos para eliminar el paludismo y contra las plagas de la agricultura. Sin embargo, incluso en los países en desarrollo, existe la tendencia a utilizar plaguicidas más biodegradables y menos dañinos desde el punto de vista ecológico.

Otros hidrocarburos clorados que penetran por descuido en el medio, tales como los PCBs, no tienen las virtudes de los plaguicidas. Su eliminación total del medio ambiente podría conseguirse sustituyéndolos por sustancias ecológicamente menos dañinas. Un mejor control de la utilización y los derrames accidentales de PCBs reduciría al mínimo su penetración en el medio. De este modo podrían eliminarse o reducirse considerablemente los daños ecológicos y los riesgos para la salud del hombre que presentan los PCBs.

Hay una multitud de efectos ecológicos debidos a la evacuación de contaminantes en las aguas costeras. Los hábitats de los organismos marinos pueden ser afectados desfavorablemente por los sólidos que se depositan en el fondo y por las sustancias que se desprenden de ellos. La sedimentación debida a las operaciones de minería costeras puede alterar desfavorablemente las aguas tropicales, especialmente los arrecifes de coral, donde disminuye la luz que es esencial para la fotosíntesis (Wood and Johannes, 1975). La erosión resultante de una utilización defectuosa del suelo puede afectar tanto a los criaderos costeros como fluviales. Las sustancias orgánicas, lo mismo en disolución que en suspensión, se descomponen y eliminan en oxígeno del agua. Esto puede plantear un grave problema en las zonas parcialmente confinadas, como las bahías y los fiordos, en las que el agua no se renueva con frecuencia, y puede ocurrir incluso en cuencas de la plataforma continental donde la acción renovadora de las corrientes del fondo sea escasa o nula. En las zonas en que el volumen de desechos es muy grande en comparación con la cantidad de agua disponible para diluirlos puede cambiar considerablemente incluso la composición salina del agua del mar. Normalmente, no existe este problema en la mayor parte de las aguas costeras si no hay una acción de lavado adecuada. Problemas tales como la variación del pH debida al aporte de desechos sumamente alcalinos o ácidos, que pueden constituir una grave complicación en las aguas dulces, no suele ocurrir en el mar debido a la acción amortiguadora del agua del mar.

El flujo de agua dulce sobre el agua marina costera produce una estratificación en ausencia de mezcla por efecto de las mareas o del viento. Se reduce así la mezcla vertical y tienden a atenuarse la aireación de las aguas profundas y otros procesos semejantes. Además, la capa superficial de agua relativamente dulce puede tener poca capacidad amortiguadora y ser afectada por un contaminante de la misma manera que en un río o un lago.

Todos los contaminantes son tóxicos en diversos grados para los organismos acuáticos. Algunos poseen una toxicidad aguda incluso en pequeñas concentraciones y matan a los organismos acuáticos después de un corto tiempo de exposición. Otros pueden tener un efecto debilitante, que tal vez sea el más importante a largo plazo desde el punto de vista ecológico. Los efectos crónicos subletales de los contaminantes pueden incluir retraso del crecimiento, alteración de la quimiorrecepción importante para la búsqueda del alimento y el apareamiento, comportamiento aberrante, tensión fisiológica que reduce el vigor de los organismos y fallos de la reproducción. El efecto de los contaminantes sobre la pesca costera ha sido examinado por Waldichuk (1974a).

Aunque con frecuencia no se observa mortalidad aparente debida a un contaminante, los efectos crónicos pueden eliminar a una población de organismos al cabo del tiempo. La precipitación ácida ha eliminado algunas poblaciones de peces (Schofield, 1976) en los lagos de los países escandinavos y del Canadá (Beamish, 1974). El salmón ha sido exterminado o su población considerablemente reducida en ciertos ríos de ambos lados del Atlántico por una combinación de sobrepesca, contaminación y otros efectos antropogénicos. Los mamíferos marinos (focas y marsopas) del Mar Báltico han presentado fallos de la reproducción asociados a grandes concentraciones de DDT y PCBs en sus tejidos (Helle et al., 1976). Hasta ahora no hay pruebas concluyentes de que las poblaciones de peces marinos hayan sido gravemente afectadas por la contaminación exclusivamente. Sin embargo, esto puede deberse en parte a nuestra incapacidad para identificar claramente las relaciones de causa a efecto en ciertos problemas pesqueros. La totalidad de un ecosistema puede ser modificada por la entrada de un contaminante particular debido a que ciertas especies disminuyen considerablemente o son eliminadas. Otras especies más resistentes pueden llenar un nicho ecológico ocupado anteriormente por una especie sensible eliminada por el contaminante.

Existen efectos de los contaminantes introducidos en el medio que no se caracterizan necesariamente por toxicidad para los organismos acuáticos. Por ejemplo, las partículas coloreadas en suspensión pueden amortiguar la penetración de la luz solar e inhibir así la fotosíntesis. Un exceso de nutrientes puede inducir densas proliferaciones de algas que afectan desfavorablemente a formas superiores de vida como los peces y los moluscos. El aporte de calor con las aguas de refrigeración puede no destruir necesariamente los organismos acuáticos, pero modifica también desfavorablemente las condiciones en las que viven. Puede estimularse el crecimiento de una especie a expensas de otra. Los hábitos migratorios de ciertas especies pueden ser alterados por los gradientes de temperatura que introducen las aguas de refrigeración.

Los efectos ecológicos ofrecen los argumentos más apremiantes para luchar contra la contaminación, pero son probablemente los que han recibido menos atención por parte de los organismos encargados de combatirla. El problema de los criterios aplicables a la protección de los ecosistemas reside en una cuantificación adecuada de las relaciones de causa a efecto. Es cierto que al redactar las reglamentaciones se tienen en cuenta los efectos tóxicos agudos de los contaminantes. En algunos países se promulgan hoy día leyes para la preservación de especies amenazadas. Se acepta que la diversidad de las especies es un objetivo deseable en la preservación del ecosistema en beneficio de la humanidad. Sin embargo, los efectos completos de los contaminantes y de la reestructuración ambiental sobre el ecosistema marino requieren todavía una exposición detallada.

3. Efectos antiestéticos

Examinaremos ahora un tercer tipo de efecto relacionado más estrechamente con el recreo, la estética y la "vida agradable" que con la ecología y las tendencias indeseables en el medio marino. Nos referimos a los efectos que ofenden primordialmente a los sentidos de la vista, el olfato y el tacto. Un ejemplo particularmente conocido de este tipo de contaminante es el petróleo. Esta sustancia forma una película sobre la superficie del agua, ensucia las playas dándoles un aspecto desagradable y comunica con frecuencia mal olor a la atmósfera, por no mencionar las enojosas consecuencias para los bañistas que a menudo se manchan los pies en los residuos de alquitrán existentes en la arena de las playas. Esto no quiere decir que la contaminación por petróleo no tenga consecuencias para la salud del hombre ni efectos ecológicos. Sin embargo, todavía no se han demostrado inequívocamente los peligros a largo plazo para la salud del hombre y para el ecosistema.

Es cierto que un derrame de petróleo en gran escala puede exterminar la pesca durante cierto tiempo debido a sus efectos desfavorables sobre la calidad del pescado comunicándole una coloración anómala, el ensuciamiento de los aparejos de pesca y el recubrimiento con petróleo de los lechos de moluscos, causando cierta destrucción de los moluscos excavadores. Esto puede producir pérdidas económicas a la industria pesquera por suciedad del pescado y rechazo de los productos pesqueros en el mercado. Puede haber un efecto real o imaginario sobre la salud del hombre por el consumo de esos productos manchados. La fauna salvaje puede sufrir los mayores daños y el número de aves manchadas de petróleo puede ascender a decenas de miles o incluso a cientos de miles. También aquí es cierto que las aves son un recurso vivo renovable y que pueden servir también de alimento a ciertas poblaciones humanas, particularmente en el norte. Sin embargo, las aves acuáticas suelen considerarse más a menudo como un adorno y un valioso recurso recreativo.

Probablemente tenemos que fijarnos en los ecosistemas marinos más sensibles, tales como los arrecifes de coral y el Artico, para encontrar efectos ecológicos importantes de los derrames de petróleo. A la larga no sólo debemos aprender a controlar mejor los derrames de petróleo en el mar sino también a conocer los efectos de los hidrocarburos del petróleo sobre todas las formas de vida en el medio marino. Sin embargo, en el momento actual, el principal efecto identificado hasta ahora de los grandes derrames de petróleo es estético y su resultado neto económico. Los costos para las industrias pesquera y turística pueden ser enormes. Además, la factura por la limpieza del petróleo puede alcanzar proporciones astronómicas. Muchas personas son sensibles ahora a los efectos visuales de los contaminantes sobre el medio marino, incluida la presencia de manchas de aceite y conglomerados de alquitrán en el Atlántico o el Pacífico Centrales, a veces mientras surcan el océano de vacaciones durante un crucero.

Esta preocupación por la estética del medio marino no se limita a los efectos del petróleo en las playas, sino que abarca también manifestaciones visuales como la espuma producida por los detergentes y los efluentes de la industria de la pasta de papel y los objetos flotantes transportados por las aguas de alcantarilla y otras aguas residuales. El enturbamiento producido por los residuos de las minas y las aguas residuales pardas de las fábricas de pasta y de papel, de las refinerías de azúcar y de las destilerías ensucia y comunica un aspecto desagradable a las aguas oceánicas en las que se vierten. Análogamente, las materias plásticas y otros desperdicios de la sociedad moderna son desagradables para el sentido de la vista. La coloración, el enturbamiento y la materia plástica no carecen de consecuencias ecológicas. Por ejemplo, reducen la penetración de la luz solar inhibiendo así la fotosíntesis y la producción por el fitoplancton, mientras que las láminas de materia plástica afectan al sustrato en el que se fijan las larvas de los organismos bentónicos. Sin embargo, este efecto puede ser secundario en comparación con las consideraciones estéticas.

Contaminantes críticos

Hay una gran variedad de contaminantes que penetran en el medio marino produciendo una amplia gama de efectos, desde los predominantemente visuales de las materias plásticas, los restos de madera y la espuma hasta los sumamente sutiles e insidiosos de los metales y los hidrocarburos clorados bioacumulados. Durante la preparación de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (UNGA, MS, 1972) se identificaron los contaminantes de mayor importancia internacional. El GESAMP actualiza anualmente una lista de sustancias nocivas, la última de las cuales, resultante de la sexta reunión del GESAMP (Ginebra, 22-28 de marzo de 1974) ha sido recientemente publicada (GESAMP, 1976c). De un modo general podemos clasificar los contaminantes conocidos en cinco categorías, que pueden ser un medio útil para examinar los problemas planteados.

1. Metales

En el medio marino se encuentran prácticamente todos los metales (Cuadro 2), algunos en concentraciones moderadas, como el calcio y el magnesio, y otros en concentraciones muy pequeñas, como el oro y la plata. Casi todos los metales son bioacumulados en uno o más componentes de la cadena alimentaria marina. No pueden transmutarse ni destruirse, aunque pueden combinarse formando diversos compuestos y complejos. Cabe señalar aquí que ciertos metales pueden combinarse con sustancias orgánicas formando complejos organometálicos sumamente tóxicos, como el cloruro de metilmercurio, y que algunas de estas transformaciones pueden ser realizadas en la naturaleza por las bacterias. Algunos metales, por ejemplo el mercurio, el cobre y la plata, so

Cuadro 2

Metales contenidos en el agua del mar y efectos que producen en los peces o en la cadena alimentaria (según Waldichuk, 1974b)

Metal	Concentración natural en el agua del mar[a] µg/l	Plancton Fp	Plancton Zp	Bioacumulación, factor de concentración[b] Macro-invertebrados	Peces	Concentraciones estimulantes[c] para las algas µg/l	Concentraciones inhibidoras para las algas µg/l
Aluminio	1	745	1.150				1,500-2.000
Antimonio	0,33			300			
Arsénico	2,6			423-810[d]	77-4.100[d]		
Bario	20	62(31)	110	3.300			34.000
Berilio	0,0006						
Bismuto	0,02			1.000			
Cadmio	0,11	1.694	9.440	82.000-182.000[d]	180-730[d]	0	100-140.000
Cromo	0,2	<34	<65				
Cobalto	0,05	<190	<365			0,04	500
Cobre	2	30	437	24.000-35.000[d]	50-250[d] 130-660[e]	6-200	6,4-1.000
Hierro	3,4	2.400	5.430			0,006-10	
Plomo	0,03	2.087	15.500	7.000-100.000[d]	<6.000-10.000[d]		
Manganeso	1,9	158	290		16-26[d]	0,05-50	
Mercurio	0,15	180	172		530-12.300		30-50
Molibdeno	10	<10	<20		0	0,01-10	54.000
Níquel	2	41	149				
Rubidio	120						
Plata	0,28	98	117				50
Talio	<0,01						
Torio	<0,0005						400-800
Titanio	1	<290	<550				2.000
Uranio	3,3						
Vanadio	1,9	<100	<200			100	10.000-20.000
Cinc	2	113	1.800	148.000[f] 172.000-290.000[d]	1.600-2.100	6,5	500-5.000

a) Según Skinner y Turekian (1973).

b) El factor de concentración (FC) es el cociente de la concentración del elemento en el organismo por la concentración en el agua que le rodea. Los datos proceden principalmente de Lowman et al. (1971) y en algunos casos se basan en la bioacumulación de los elementos radiactivos. Fp = fitoplancton; Zp = zooplancton.

c) La gran variabilidad de las concentraciones se debe al empleo de diferentes especies de algas en las pruebas. Véanse las especies ensayadas en North et al. (1972).

d) Los valores FC para los macroinvertebrados (principalmente la ostra del Pacífico, Crassostrea gigas) y los peces (principalmente el hipogloso del Pacífico, Hippoglossus stenolepis) se han tomado de los análisis de tejidos realizados por el Fish Inspection Laboratory, Fisheries and Marine Service, Vancouver, Columbia Británica, suponiendo concentraciones medias en el agua del mar ambiente.

e) Para los valores FC se han utilizado los análisis del cobre en la platija, Pleuronectes platessa (Vink, 1972), suponiendo concentraciones medias de cobre (2 μg/1) en el agua de mar ambiente y un factor de 5 para transformar la materia seca de los peces en materia húmeda.

f) Para las ostras, según Pringle et al. (1968).

sumamente tóxicos para los organismos marinos, mientras que otros, por ejemplo el calcio, el magnesio y el sodio, son relativamente inocuos. Además, muchos metales como el sodio, el calcio, el hierro, el magnesio e incluso el cinc son esenciales para la nutrición de los organismos marinos. Ciertos organismos tienen una gran afinidad por determinados elementos, por ejemplo, el cinc es concentrado hasta valores muy altos en las ostras y el vanadio alcanza una gran concentración en la sangre de los tunicados. Todavía no se conocen el mecanismo ni la causa de esta bioacumulación, pero apenas hay indicios de daños directos graves a los organismos que contienen las altas concentraciones de esos elementos. Es posible que las primeras fases de la vida de los organismos puedan ser más afectadas que los adultos, pero no hay suficiente información sobre investigaciones de los efectos de los metales sobre los huevos y las larvas de los organismos acuáticos para apreciar plenamente la importancia de los metales en las fases embrionarias de los organismos marinos.

El orden de toxicidad de los metales pesados más corrientes para los organismos marinos, según la información más fidedigna disponible con respecto a las fases de la vida más sensibles, es la siguiente: (la valencia se indica entre corchetes): mercurio (Hg^{2+})> plata (Ag^{+})> cobre (Cu^{2+})> cinc (Zn^{2+})> níquel (Ni^{2+})> plomo (Pb^{2+})> cadmio (Cd^{2+})> arsénico (As^{3+})> cromo (Cr^{3+})> estaño (Sn^{2+})> hierro (Fe^{3+})> manganeso (Mn^{2+})> aluminio (Al^{3+})> berilio (Be^{2+})> litio (Li^{+}). Sin embargo, el hecho de que la bioacumulación de algunos metales constituye una amenaza para las personas que los consumen, por ejemplo, el cadmio, significa que el orden del peligro general de los metales en el medio marino puede cambiar considerablemente. En el Cuadro 2 se indican las concentraciones de metales en el medio marino, los grados de bioacumulación y algunos efectos sobre los organismos marinos.

Un aumento significativo de la concentración de metales en las aguas del océano abierto puede constituir una señal precoz de alerta que debe ser escuchada. Hasta ahora, el plomo parece ser el único elemento estable que presenta un aumento de su concentración en las zonas oceánicas, claramente atribuible al hombre debido a la emisión de plomo por los automóviles que utilizan plomo tetraetilo en las gasolinas antidetonantes. Aunque el mercurio ha recibido mucha atención como consecuencia de la tragedia de la Bahía de Minamata, hay pocos indicios de que las actividades del hombre estén aumentando significativamente la cantidad de este metal en el medio marino mundial. En el Cuadro 3 se indica la introducción de metales en el océano por procesos naturales en comparación con la inducida por el hombre a causa de la minería. En el Cuadro 4 se indican las toxicidades de algunos metales para los organismos acuáticos en función de la concentración letal mediana (LC50), que es la concentración necesaria para matar a la mitad de los organismos de prueba en un tiempo especificado.

Cuadro 3

Movilización de metales inducida por el hombre
en cantidad superior a los flujos naturales debidos a procesos geológicos,
deducida de las descargas fluviales anuales en los océanos
(según MIT, 1970)

Elemento	Cantidad de origen geológico (en los ríos)	Flujo inducido por el hombre (minería)
	10^3 toneladas métricas por año	
Hierro	25.000	319.000
Manganeso	440	1.600
Cobre	375	4.460
Cinc	370	3.930
Níquel	300	358
Plomo	180	2.330
Molibdeno	13	57
Plata	5	7
Mercurio	3	7
Estaño	1,5	166
Antimonio	1,3	40

Cuadro 4

Concentraciones letales medianas (LC 50)
de determinados metales para los organismos marinos y algunos de agua dulce
(según Waldichuk, 1974b)

Sustancia	Descripción	LC 50 en ppm[a] durante 48 horas[b] con las excepciones indicadas: Camarón pardo (Crangon crangon)	Berberecho (Cardium edule)	Peces[c]	Referencias
Iones inorgánicos					
Aluminio	3+[d]			0,27[1]	McKee and Wolf, 1963
Arsénico	4+			8,4[2]	McKee and Wolf, 1963
Berilio	2+			31,0[3]	Jackim et al., 1970
Cadmio	2+			27,0[3]	Jackim et al., 1970
Cromo	6+	100	100-300	33-100[4]; 17,8[5]	McKee and Wolf, 1963; Portmann, 1972
Cobre	2+	10-33	1	1-3,3[6]; 3,2[3]	Jackim et al., 1970; Portmann, 1972
Hierro	3+	33-100	100-300	5[7]	McKee and Wolf, 1963; Portmann, 1972
Plomo	2+		2,45[e]	0,34[f]; 188,0[3]	Jackim et al., 1970; McKee and Wolf, 1973
Mercurio	2+	3,3-10	3,3-10	3,3[6]; 0,23[3]	Jackim et al., 1970; Portmann, 1972
Níquel	2+	100-330	330; 1,54[e]	0,8[8][g]	Portmann, 1972
Plata	1+		0,006[e]	0,01[9h]; 0,04[3]	Jackim et al., 1970; Mckee and Wolf, 1963
Cinc	2+	100-330	100-330	3,3[10][i]	McKee and Wolf, 1963; Portmann, 1972

a) La mayor parte de las veces, las concentraciones se expresan en mg/1 (peso/volumen).

b) Las concentraciones subrayadas son muy próximas a los valores LC 50 reales. Los valores de LC 50 tomados de Jackim et al. (1970) se refieren a una exposición de 96 horas.

c) Especies: 1) anguilas jóvenes, Anguilla sp.; 2) huevas de salmón chum, Oncorhynchus keta; 3) samarugo, Fundulus heteroclitus; 4) ágonus, Agonus cataphractus; 5) salmón plateado, Oncorhynchus kisutch; 6) platija, Pleuronectes flesus; 7) tiburón, Squalus sp; 8) espinoso, Gasterosteus aculeatus; 9) carpín, Carassius auratus; 10) trucha arco iris, Salmo gairdneri.

d) Valencia de los elementos ensayados.

e) Estudios realizados con huevos de la ostra Crassostrea virginica (Calabrese et al., 1973).

f) Ensayos realizados con el espinoso, Eucatia inconstans, y el salmón plateado, Oncorhynchus kisutch, en agua dulce con 1.000-3.000 mg/l de sólidos disueltos.

g) Concentración expresada por el límite letal de nitrato de níquel expresado en níquel, para el espinoso, Gasterosteus aculeatus.

h) Expresada por la concentración a la que hay un tiempo de supervivencia media de 96 horas para el espinoso, Gasterosteus aculeatus.

i) Ensayos realizados en agua dulce dura con unos 320 mg/l de $CaCO_3$ (Edwards and Brown, 1967).

2. Productos químicos sintéticos

La sociedad moderna tiene la capacidad técnica de sintetizar una multitud de compuestos. Algunas de estas sustancias se producen en el laboratorio para sustituir a sus fuentes naturales que sólo producen pequeñas cantidades con altos costos de extracción, por ejemplo, colorantes, vitaminas y saborizantes. Se ha dicho que cada año se sintetizan 20.000 productos químicos orgánicos nuevos y que 10.000 de ellos pueden llegar al estado de desarrollo en el que pueden producirse comercialmente. Anualmente se lanzan al mercado unas 1.000 sustancias sintéticas nuevas. Muy pocos o ninguno de estos compuestos pueden encontrarse libres en la naturaleza y hay muy pocos análogos de esas sustancias en el medio marino. Prácticamente todas son extrañas al mar, de manera que cualquier concentración observada en el agua y en los organismos acuáticos puede atribuirse al hombre.

Los hidrocarburos clorados han recibido particular atención debido a los daños ecológicos causados por el empleo de DDT, es decir, el fallo de la reproducción en las aves debido al adelgazamiento de la cáscara del huevo, la inhibición de la actividad fotosintética del fitoplancton, la toxicidad para los peces, los defectos de la reproducción en los peces y la destrucción de insectos útiles en los ríos, efectos todos ellos debidamente comprobados. Los bifenilos policlorados (PCBs) han atraído la atención entre las sustancias evacuadas por inadvertencia en el medio a causa de escapes, roturas de recipientes y emisiones de la combustión. En un escape en gran escala producido en el Japón, con contaminación de aceite de arroz por PCBs procedentes de cambiadores de calor que presentaban pérdidas, hubo pruebas de morbilidad grave que produjo la muerte en los casos más graves y con una erupción cutánea similar al cloracné en los casos más leves entre las personas que consumieron dicho aceite. También se observó que los PCBs son sumamente tóxicos para los crustáceos marinos cuando una descarga accidental de estas sustancias en la Bahía de Escambia, Florida, produjo una gran mortalidad de camarones. En el Cuadro 5 se indica la toxicidad de varios plaguicidas y PCBs para determinados organismos acuáticos.

Tanto el DDT, incluidos sus productos de degradación, como los PCBs son ubícuos y se encuentran en los organismos marinos en casi todas las partes del océano mundial. Ambos tipos de compuestos son bioacumulados en las grasas de animales marinos que viven a gran distancia de todo punto conocido de inyección de DDT y PCBs (Cuadro 6). Estas sustancias ofrecen un ejemplo de la gran difusión que pueden alcanzar los contaminantes evacuados en el medio. En consecuencia, nos han servido de advertencia sobre otras sustancias semejantes y posiblemente más dañinas ecológicamente que pueden verterse deliberadamente o involuntariamente en el medio.

El empleo del hexaclorobenceno (HCB) como fungicida en muchas partes del mundo ha planteado muchos problemas sobre posibles daños al medio ambiente a largo plazo. Esta sustancia es muy persistente y se ha encontrado en organismos terrestres y acuáticos. Las víctimas del sureste de Turquía, que comieron accidentalmente trigo tratado con HCB para la siembra, sufrieron una enfermedad análoga a la porfiria.

El mirex, otro compuesto organoclorado, se ha utilizado profusamente como insecticida contra la hormiga de fuego en la parte sureste de los Estados Unidos y como aditivo en la formulación de polímeros debido a su efecto retardador de la combustión. Es sumamente tóxico para algunas especies de organismos marinos y 0,1 partes por mil millones producen la muerte de las formas juveniles del cangrejo de río en los experimentos de laboratorio. El fitoplancton presentaba una disminución del 42% en la fijación de carbono cuando se exponía a 1 ppm de mirex durante cuatro horas. Sin embargo, los reconocimientos en los organismos costeros del Golfo de México y a lo largo de la costa sureste de los Estados Unidos de América han demostrado que no está tan difundido ni presenta concentraciones tan altas como el DDT en los organismos marinos.

Los halocarburos de bajo peso molecular están adquiriendo preponderancia con respecto a su efecto ecológico. Los clorofluorocarburos, utilizados como disolventes propulsores en los distribuidores de aerosoles, se dispersan casi por completo en la atmósfera. Han conquistado cierta notoriedad debido a sus posibles efectos perturbadores sobre la capa de ozono de la troposfera. Se calcula que la producción mundial de triclorofluorometano es de 0,3 millones de toneladas anuales y que el 2% de ella (6.000 toneladas) penetran en el mar. Se desconocen sus efectos ecológicos directos sobre el medio marino.

Cuadro 5

Toxicidades (LC 50) de determinados plaguicidas para los organismos acuáticos

(según Portmann, 1972 (A), y McKee and Wolf, 1963 (B))

Sustancia	Descripción	LC 50 en ppm[1] durante 48 horas[2] con las excepciones indicadas: Camarón pardo (Crangon crangon)	Berberecho (Cardium edule)	Peces[3]	Referencias
Insecticidas (I) y herbicidas (H)					
Aminotriazol	H	1.000-3.300			A
Atrazina	H	10-33	>100		A
Azinfosmetil	I	0,00033-0,001	>100	0,01-0,03(1)	A
γ -HCB	H	0,001-0,0033	10		
Carbine	H	3,3-10	100	3,3-10(2)	A
Dalapón	H	>100	>100	100(3)	A
DDT	I	0,0033-0,01	>10	0,3-1(4)	A
Dieldrina	I	0,01-0,033	>10		
Endosulfán	I	0,01	>10	0,033-0,1(2)	A
Malatión	I	0,33-1,0	3,3-10		A
Maneb	H	3,3-10	100-330	0,33-1(2)	A
Paratión	I	0,0033-0,01	3,3-10		A
Simzina	H	>100	>100	6,6-7,7(5)	A; B
Bifenilos policlorados (PCBs)					
Aroclor 1248		0,3-1	>10	>10(2)	A
Aroclor 1254		3-10	>10	>10(2)	A
Aroclor 1260		>10	>10	>10(2)	A
Clofen A30		0,3-1	3	>10(2)	A
Clofen A60		>10	>10	>10(2)	A

1) La mayor parte de las veces, las concentraciones se expresan en mg/l (peso/volumen) pero cuando la materia prima sólo existe en forma líquida, como en el caso de los dispersantes oleosos, las concentraciones se expresan en ml/l (volumen/volumen).

2) Las concentraciones subrayadas son muy próximas a los valores LC 50 reales.

3) Especies: (1) Pleuronectes limanda; (2) Agonus cataphractus; (3) Pleuronectes flesus; (4) Pleuronectes platessa; (5) Oncorhynchus tschawytcha.

Cuadro 6

Concentraciones medias de hidrocarburos clorados en los organismos de las aguas suecas, 1965-1968

(según Jensen et al., 1969)

Lugar y organismo [1]	mg/kg (ppm) en la grasa			mg/kg (ppm) en los tejidos frescos			Porcentaje de grasa
	ΣDDT [2]	DDT	PCBs	ΣDDT [2]	DDT	PCBs	
Costa occidental de Suecia:							
Mejillones	1	0,6	2	0,02	0,007	0,084	1,3
Platija	1	- [4]	5	0,006	0,004	0,021	0,5
Bacalao	1	-	7,3	0,005	0,003	0,019	0,30
Tiburón	1,5	0,91	1,5	0,15	0,091	0,15	9,6
Aceite de pescado	2,1	1,2	0,74				100
Mar Báltico propiamente dicho:							
Mejillones	6	1,8	4,3	0,03	0,02	0,03	0,92
Arenque	17	9,7	6,8	0,68	0,40	0,27	4,4
Platija	2,7	2,1	2,7	0,018	0,013	0,017	0,65
Bacalao	19	9,8	11	0,063	0,032	0,033	0,32
Salmón [3]	31	14	2,9	3,4	1,5	0,30	11,0
Aceite de pescado	16	7,3	3,5				100
Foca (gris), hígado	96	41	44	3,9	1,7	1,8	4,1
Foca (común y gris)	130	62	30	66	32	15	52
Huevos de alca	570	20	250	40	1,2	16	7,0
Archipiélago de Estocolmo:							
Mejillones	3	1	5,2	0,04	0,02	0,37	1,1
Arenque	7,7	3,9	5,1	0,23	0,11	0,17	2,6
Foca (gris) [3]	170	17	30	36	4,2	6,1	27,1
Aguila							
músculo pectoral	25.000	n.d. [5]	14.000	330	n.d.	190	1,5
cerebro	1.900	n.d.	910	100	n.d.	47	5,4
huevos	1.000	n.d.	540	-	-	-	5,6
Garza	14.000	n.d.	9.400	71	n.d.	48	0,5
Golfo de Botnia:							
Arenque	6,2	3,5	1,5	0,26	0,14	0,065	4,4
Foca (anillada)	120	56	13	63	30	6,8	5,4
Golfo de Finlandia:							
Crías de foca (anillada)	42	23	6,5	25	14	3,9	60
Leche de foca	36	21	4,5	11	6,5	1,4	31

1) Especies analizadas: mejillón, Mytilus edulis; arenque, Clupea harengus (también el aceite de pescado); platija, Pleuronectes platessa; tiburón, Squalus acanthias; bacalao, Gadus morhua; salmón, Salmo salar; foca gris, Halichoerus grypus; foca común, Phoca vitulina; foca anillada, Pusa hispida; alca, Uria aalge; águila, Haliaeetus albicilla; garza, Ardea cinerea; abadejo noruego, Bereogadus esmarki (el aceite de pescado).

2) ΣDDT = DDT + DDE + DDD.

3) En el salmón y la foca, el porcentaje de DDD en el ΣDDT era de 41%; la media era de 17%.

4) - = no estimada.

5) n.d. = no detectada.

Se ha considerado que el cloruro de vinilo es un poderoso cancerígeno para el hombre cuando se encuentra en la atmósfera. La fabricación de la materia plástica, cloruro de polivinilo (PVC), también ha producido la contaminación de las aguas costeras, por ejemplo en el Mar del Norte, con ciertos productos residuales. El cloruro de vinilo se obtiene clorando primero el etileno a 1,2-dicloroetano (EDC) convirtiéndolo luego a cloruro de vinilo y polimerizándolo por último a PVC. Los desechos consisten en "alquitranes de EDC" y se les ha atribuido la presencia de "peces en mal estado" en el Mar del Norte (Jensen et al., 1972). Además, los factores de concentración de estos residuos en los organismos marinos oscilaban entre 15 y 3.000.

Se ha considerado que los hidrocarburos halogenados de bajo peso molecular pueden tener efectos ecológicos de extensas y devastadoras proporciones. Podrían interferir con los procesos de transferencia del radical metilo por reacción con la vitamina B_{12}. La fermentación podría ser gravemente perturbada si estas sustancias alcanzaran concentraciones críticas en el medio ambiente (Goldberg, 1976b).

3. Hidrocarburos del petróleo

Se ha calculado que en el medio marino se vierten anualmente alrededor de 6 millones de toneladas de hidrocarburos del petróleo por diversas actividades del hombre. Una gran parte de esta cantidad penetra en el mar de una manera relativamente inócua en pequeñas cantidades dispersas por una gran superficie. La parte más llamativa de ese aporte son los grandes derrames de petróleo de los petroleros zozobrados. En el Cuadro 7 se indican los principales orígenes del petróleo existente en el mar.

Cuadro 7

Estimación de los aportes y los destinos del petróleo en el medio marino (según NAS, 1975b)

	Toneladas métricas por año
Petroleros, terminales y otras fuentes relacionadas con el transporte	2.100.000
Escorrentía fluvial y urbana	1.900.000
Precipitación atmosférica	600.000
Infiltraciones naturales	600.000
Desechos industriales	300.000
Desechos municipales	300.000
Refinerías costeras	200.000
Producción frente a la costa	100.000
Total	6.100.000

Ciertas fracciones de hidrocarburos del petróleo son muy tóxicas para los organismos marinos y algunos petróleos brutos son más tóxicos que otros (Cuadro 8), debido a diferencias en su composición básica. El petróleo tiene cierto efecto ecológico inmediato sobre el medio marino, pero los principales problemas que plantean los derrames de petróleo y que exigen una acción inmediata suelen estar relacionados con los usos recreativos. Una película de petróleo sobre el agua es fea y desagradable. Los residuos de petróleo en las playas interfieren con los usos recreativos de la vida junto al mar, los paseos, los baños y otras distracciones. Un derrame de petróleo puede destruir muchas aves acuáticas, perturbar la pesca comercial y deportiva y cubrir los bancos de moluscos de residuos alquitranosos. Sin embargo, estos efectos suelen ser de una duración relativamente corta. Las poblaciones de aves vuelven a restablecerse, la pesca se reanuda y los bancos de moluscos se limpian por la acción de la escorrentía, el oleaje y las mareas. Todavía

Cuadro 8

Porcentaje de mortalidad de los huevos de bacalao a varias edades de traslado, sometidos durante 100 horas a distintas concentraciones de extractos de películas de tres petróleos brutos[1]

(según Kühnhold, 1972)

Edad de los huevos en el momento del traslado, días	Porcentaje de mortalidad			
	concentración de la película de petróleo (ppm):			
	10^4	10^3	10^2	0 (testigo)
Venezuela (Tía Juana):				
0,6	63	35	31	21
3,6	47	57	43	28
10	11	3	1	2
Irán (Agha Jari):				
1,3	42	33	-	8
4	34	27	14	15
10	7	10	4	-
Libia (Sarir):				
0,2	3	1,5	2	3[2]
4	2	2	2	-
10	5	8	7	9

1) Se vertió petróleo de distintas concentraciones (10^2, 10^3 y 10^4 ppm) en recipientes de plástico de 30 l y se dejó durante 2 días. Mediante pequeñas bombas se mantuvo una circulación lenta de agua para conseguir la máxima saturación de compuestos solubles. El extracto transparente de petróleo se trasladó a matraces de ensayo y se renovó cada 2 días. Los análisis preliminares mostraron que la cantidad de hidrocarburos disueltos que se obtiene de esta manera de 10^4 ppm de petróleo bruto es del orden de 10 ppm.

2) Puesto que los datos se han tomado de los histogramas de la comunicación original, hay cierta incertidumbre sobre el porcentaje de mortalidad en los testigos correspondiente al petróleo.

no se han demostrado daños permanentes debidos al petróleo en un ecosistema ni se ha comprobado inequívocamente que la exposición al petróleo o el consumo de alimentos de origen marino contaminados por petróleo constituyan un peligro para la salud del hombre.

La limpieza de los derrames de petróleo es una operación costosa y lenta. En consecuencia, los problemas de los derrames de petróleo suelen reducirse a un común denominador: la economía. Por esta razón, se han hecho esfuerzos concertados para endosar la responsabilidad de los costos de limpieza a los transportistas del petróleo. Uno de los primeros intentos para redactar un convenio internacional sobre la prevención de la contaminación por petróleo se remonta a 1926, cuando los Estados Unidos de América tomaron la iniciativa de acoger una conferencia para ello. Este intento se culminó en un acuerdo internacional y hasta la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por Petróleo de 1954 no se establecieron reglamentos internacionales para reducir la contaminación por petróleo procedente de los barcos. La conferencia más reciente sobre este tema, convocada por la OCMI en octubre-noviembre de 1973, culminó en una nueva convención (IMCO, 1973a) que se amplió para incluir otras sustancias nocivas, así como las aguas residuales y los desperdicios producidos por los barcos.

Varios organismos nacionales están estudiando el efecto biológico del petróleo mediante investigaciones y conferencias. Hasta ahora, los diversos temores sobre los efectos ecológicos no están claramente apoyados por pruebas científicas convincentes, de manera que no se pueden sacar

conclusiones irrebatibles. Un grupo de trabajo del GESAMP examinó los datos disponibles y sacó algunas conclusiones fundamentales sobre los efectos biológicos del petróleo en el medio marino para la octava reunión del GESAMP en Roma, 21-27 de abril de 1976 (GESAMP, 1976a, 1977a). Los problemas ecológicos de la contaminación por petróleo pueden ser más graves en los ecosistemas marinos sensibles, como los arrecifes de coral (Wood and Johannes, 1975) y las aguas frías del Artico.

Se ha señalado que, si bien las poblaciones pueden restablecerse después de condiciones extremas del medio natural, si estos extremos se combinan con un incidente devastador de contaminación, las consecuencias pueden ser irreversibles. Por ejemplo, las grandes poblaciones de eiders emigran al Artico en primavera para alimentarse, desovar, anidar, cuidar a sus crías y mudar la pluma. Por lo común sus migraciones están sincronizadas de manera que coinciden con la apertura de grandes grietas en el hielo marino a través de las cuales se alimentan los organismos marinos. En ocasiones, la aparición de esas grietas en el hielo se retrasa debido a un cambio en las condiciones climáticas con una primavera excepcionalmente tardía, como ocurrió en 1964, dejando una capa continua de hielo sobre la zona frecuentada por las aves (Barry, 1976). De una población de un millón de eiders, el 10%, o unas 100.000 aves, pueden morir de hambre. En dos o tres años, la población es capaz de recuperarse de esta disminución natural por hambre. Sin embargo, si se produjera un gran derrame de petróleo cuando el hielo comienza por fin a agrietarse y las grietas quedaran cubiertas de petróleo podría producirse una matanza catastrófica de aves. Es concebible que la población de eiders no podría recuperarse nunca de ese doble revés.

4. Radionúclidos

El problema de la radiactividad es uno de los que antes han sido objeto de atención mundial. Empezado ya en la segunda mitad de los años 40, el inventario mundial de los radionúclidos ha aumentado gradualmente (Cuadro 9). Al principio, este aumento estuvo asociado, por supuesto, a la contaminación atmosférica por los desechos de los ensayos de armas atómicas realizados por los Estados Unidos de América en el Pacífico Sur. El movimiento y la distribución de los radionúclidos por los mantos mundiales de agua y de aire llegó a conocerse mejor que el de los demás contaminantes. Esto se debió en parte a que inmediatamente después de la segunda guerra mundial se disponía ya de métodos precisos para el análisis de radionúclidos con dispositivos perfeccionados de recuento (Lowman, 1960). En el Cuadro 10 se indican los radionúclidos antropogénicos detectados en el medio marino. En muchas partes del mundo se siguió la pista a los productos de fisión, como el estroncio-90 y el cesio-137, a través de los ecosistemas de agua dulce y marinos en muchas partes del mundo. La absorción de cinc-65, cobalto-60, cromo-51 e hierro-55 formando grandes concentraciones en sus tejidos (NAS, 1971a) demostró la capacidad de bioacumulación de ciertos elementos que poseen muchas especies marinas.

Cuadro 9

Inventario total de los radionúclidos artificiales introducidos en el océano mundial[1)]

(según FAO, 1971b)

	Año 1970	Año 2000
Explosiones atómicas (distribución mundial)		
Productos de fisión (excluido el tritio)	$2\text{-}6 \times 10^8$ Ci	7×10^8 Ci
Tritio	10^9 Ci	7×10^9 Ci[1)]
Reactores y reprocesamiento de combustible (distribución local restringida)		
(Productos de fisión y activación (excluido el tritio)	3×10^5 Ci	3×10^7 Ci
Tritio	3×10^5 Ci	7×10^8 Ci
Radiactividad artificial total	10^9 Ci	10^9 Ci
Radiactividad natural total por ^{40}K	5×10^{11} Ci	5×10^{11} Ci

1) Suponiendo que las pruebas de armas nucleares en la atmósfera se proseguirán aproximadamente al ritmo de 1968-1970.

Cuadro 10

Radionúclidos producidos artificialmente que se han detectado en el medio marino

(según Prestón, 1972)

Modo de producción					
Fisión			Activación neutrónica		
Radionúclido	Periodo de semi-desintegración	Tipo de desintegración	Radionúclido	Periodo de semi-desintegración	Tipo de desintegración
*^{3}h	12,26 a	β^-	*^{14}C	$5,76 \times 10^{3}$ a	β^-
^{89}Sr	51 d	β^-	*^{32}P	14,3 d	β^-
*^{90}Sr	28 a	β^-	^{35}S	87,2 d	β^-
*^{90}Y	64,2 h	β^-	^{45}Ca	165 d	β^-
^{91}Y	59 d	β^-	^{46}Sc	84 d	$\beta^-\gamma$
*^{95}Nb	35 d	$\beta^-\gamma$	*^{51}Cr	27,8 d	$\kappa\ \gamma$
*^{95}Zr	65 d	$\beta^-\gamma$	*^{54}Mn	314 d	$\kappa\ \gamma$
^{99}Mo	67 h	$\beta^-\gamma$	*^{55}Fe	2,7 a	κ
^{99}Tc	$2,1 \times 10^{5}$ a	β^-	^{59}Fe	45 d	$\beta^-\gamma$
*^{103}Ru	40 d	$\beta^-\gamma$	^{57}Co	270 d	$\kappa\ \gamma$
*^{106}Ru/^{106}Rh	1,0 a	$\beta^-\gamma$	^{58}Co	71 d	$\kappa\ \beta^+\ \gamma$
^{125}Sb	2,7 a	$\beta^-\gamma$	*^{60}Co	5,26 a	$\beta^-\gamma$
^{131}I	8,04 d	$\beta^-\gamma$	*^{65}Zn	245 d	$\kappa\ \beta^+\ \gamma$
^{132}Te	78 h	$\beta^-\gamma$	^{76}As	26,5 h	$\beta^-\gamma$
*^{137}Cs	30 a	$\beta^-\gamma$	^{108m}Ag	127 a	$\kappa\ \gamma$
^{140}Ba	12,8 d	$\beta^-\gamma$	*^{110m}Ag	253 d	$\beta^-\gamma$
^{140}La	40,2 h	$\beta^-\gamma$	^{113m}Cd	14 a	β^-
^{141}Ce	32,5 d	$\beta^-\gamma$	^{115m}Cd	43 d	$\beta^-\gamma$
*^{144}Ce/^{144}Pr	285 d	$\beta^-\gamma$	^{124}Sb	60 d	$\beta^-\gamma$
^{147}Pm	2,6 a	β^-	^{134}Cs	2,1 a	$\beta^-\gamma$
^{155}Eu	1,81 d	$\beta^-\gamma$	^{181}W	30 d	$\kappa\ \gamma$
			^{185}W	73 d	β^-
			^{187}W	24 h	β^-
			^{207}Bi	28 a	$\kappa\ \gamma$
			^{239}Np	2,35 d	$\beta\ \gamma$
			^{238}Pu	86 a	α
			*^{239}Pu	$2,44 \times 10^{4}$ a	α
			^{240}Pu	$6,6 \times 10^{3}$ a	α
			*^{241}Pu	13,2 a	β
			*^{241}Am	458 a	$\alpha\ \gamma$
			^{242}Cm	163 d	α

Periodo de semidesintegración: a (años), d (días), h (horas).
* Principales radionúclidos presentes.

El hombre introduce tres tipos de radiactividad en el medio marino: 1) los combustibles nucleares, como el uranio-235 y el plutonio-238, que pueden ser introducidos por barcos de propulsión nuclear, aeronaves y satélites; 2) los productos de fisión de las explosiones nucleares y la producción de energía, como el estroncio-90, el cesio-137 y el bario-140; y 3) los productos de activación, como el cinc-65 y el hierro-55, resultantes del bombardeo con neutrones de los componentes de reactores nucleares y armas atómicas y los componentes naturales del medio.

Más recientemente se ha estudiado la radiactividad del mar en relación con el efecto de los efluentes de reactores nucleares sobre el medio costero. En la proximidad de la central de Windscale Works en la costa de Cumberland en el Reino Unido, se ha hecho un importante estudio en el que se han investigado los efectos de radionúclidos tales como el rutenio-106 procedente de uno de los primeros reactores posteriores a la segunda guerra mundial, sobre la arena de las playas, las algas matinas y la platija en el Mar de Irlanda. La evacuación de grandes volúmenes de efluente de Hanford Works, otro de los primeros reactores, en el río Columbia en la parte oriental del Estado de Washington, produjo concentraciones relativamente altas de radionúclidos inducidos por neutrones, tales como el cromo-51 y el fósforo-32, en el agua fluvial. Se obtuvo abundante información sobre el destino y la distribución de algunos de los radionúclidos transportados por el agua fluvial en el estuario del río Columbia y en la parte adyacente del Océano Pacífico (Pruter and Alverson, 1972).

Los reactores modernos están diseñados de forma que se eliminan al máximo las emisiones de concentraciones incluso mínimas de radionúclidos. Sin embargo, algunos utilizan grandes volúmenes de agua de refrigeración que, con frecuencia, es más dañina ecológicamente que los radionúclidos debido a su temperatura relativamente alta. Un aspecto común a todos los reactores nucleares es que necesitan reprocesar su combustible. Esta operación suele ocasionar altas concentraciones de productos de fisión radiactivos cuyos periodos de semidesintegración pueden ser relativamente cortos o bastante largos (Cuadro 11). La mayor parte de los desechos del reprocesamiento del combustible nuclear se almacenan convenientemente en tierra, aunque en las últimas tres décadas se ha prestado cierta atención a la inmersión en alta mar. La Convención de Londres para la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertido de Desechos y otras Materias de 1972 prohibe la evacuación de desechos muy radiactivos en el mar (UK, 1972).

Cuadro 11

Ejemplos de contenido de elementos transuránicos en los combustibles nucleares agotados

(según NAS, 1975a)

Isótopo	Actividad	Reactor de agua ligera	Reactor reproductor rápido de metal líquido
^{239}Np		0,05	2,0
^{238}Pu		8,5	3,2
^{239}Pu		1,0*	1,0*
^{240}Pu		1,5	1,2
^{241}Pu		350,0	170,0
^{241}Am		0,6	0,5
^{242}Cm		45,0	19,0
^{244}Cm		7,5	0,4

* Actividades referidas a la del plutonio-239.

¿Cuáles son los principales problemas que plantea la radiactividad del mar debido a la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos? Existe siempre la amenaza de un accidente en un reactor nuclear con la emisión incontrolada de productos de fisión, como ocurrió en Windscale a mediados de los años 50, cuando el iodo-131 contaminó los pastos de Cumberland y produjo grandes concentraciones de iodo radiactivo en la leche de las vacas. Los diseñadores de reactores nucleares afirman que los accidentes pueden eliminarse prácticamente con sistemas de seguridad en todas las localidades concebibles. Las estadísticas demuestran ya que la probabilidad de un accidente en un reactor nuclear viene a ser del orden de 1 en 10,000. Sin embargo, se está acuciando a las autoridades, particularmente en los Estados Unidos de América, para que instalen dispositivos de seguridad todavía mejores en algunos componentes del diseño actual de los reactores.

Se ha expresado cierta preocupación por las emisiones de gases nobles, por ejemplo kripton-85, y de tritio en los reactores nucleares modernos, que pueden ser dañinas para el medio marino. Sin embargo, estos temores pueden disiparse rápidamente si se considera que la máxima concentración mundial posible de kripton-85 tendría consecuencias biológicas insignificantes y que su campo de radiación sólo constituiría un pequeño porcentaje del producido por el potasio-40 natural. El tritio tiene una biotoxicidad escasa y no hay pruebas de su bioacumulación por los organismos marinos.

El principal problema de contaminación que plantean actualmente los reactores nucleares es la posible pérdida accidental de plutonio o el robo de este elemento para actividades terroristas. Además de ser el elemento utilizado en los explosivos nucleares, el plutonio es sumamente cancerígeno por inhalación. El 21 de abril de 1964 se tuvo la oportunidad de seguir el movimiento del plutonio-238 en la atmósfera y de observar su dispersión sobre la superficie terrestre cuando falló un cohete que transportaba un satélite provisto de un generador SNAP-9A de energía nuclear. El SNAP-9A contenía unos 17 kilocurios de plutonio-238 y después de consumirse en la atmósfera terrestre duplicó la cantidad de plutonio contenida en el medio y producida inicialmente en las pruebas de armas atómicas. A mediados de 1970, el 95% del Pu-238 se había depositado sobre la superficie terrestre y los perfiles del suelo mostraron que había concentraciones apreciables de Pu-238 tan al norte como 70º N y tan al sur como 44ºS (NAS, 1971a).

El factor de concentración del plutonio en los invertebrados oscila entre 2 en las conchas de peregrino y 780 en un gusano marino. Sin embargo, el mejor acumulador de plutonio es el alga Sargassum, con un factor de concentración hasta de 18.500. Se considera que en el Mar de los Sargazos existe una biomasa de 0,2 curios de Pu-239 en las algas. Como la biomasa se regenera anualmente, las algas pueden transportar 0,2 curios de Pu-239 a las zonas marginales de dicho mar o a la zona costera, donde el alga muere y se descompone, produciendo una concentración de plutonio en la zona costera (Goldberg, 1976b).

Hoy día, el mayor depósito de plutonio-239, estimado entre 213.000 y 319.000 kilogramos, se encuentra en las armas atómicas desplegadas en todo el mundo. El plutonio-238, con un periodo de semidesintegración de 86 años, es el elemento transuránico preferido para los reactores nucleares en la producción de energía eléctrica. Se espera que hacia el año 1990 habrá unas 50 toneladas de plutonio en fase de transporte por los Estados Unidos de América y tal vez hasta 100-150 toneladas por toda la superficie de la tierra (Goldberg, 1976b). El riesgo de pérdidas en el medio ambiente produce gran preocupación y se considera que el manejo eficaz del plutonio es uno de los requisitos más esenciales para el desarrollo de la tecnología nuclear.

Los otros problemas de la radiactividad en el medio marino son más comunes y ya han sido causa de preocupación. Por ejemplo, el estroncio-90 se concentra en los huesos. En los seres humanos, puede exponer la médula ósea a grandes dosis de radiación con un posible aumento de la leucemia. El cesio-137 se concentra en el tejido muscular de los peces contaminados y puede ser una fuente de radiactividad en los alimentos de origen marino recogidos en zonas que reciben productos de fisión de los reactores nucleares o de la precipitación atmosférica debida a las pruebas de armas atómicas. El rutenio-106 es absorbido por el alga marina Porphyra y ha causado cierta preocupación como fuente de radiactividad entre los consumidores galeses de pan de algas elaborado con algas recogidas en el Mar de Irlanda y contaminadas por el efluente de Windscale Works. El cinc-65 puede ser concentrado hasta valores elevados por las ostras y crear problemas en la proximidad de los reactores que producen grandes descargas de este producto de activación. El cerio-144 es un producto de fisión fijado por el fitoplancton y, aunque su periodo de semidesintegración es relativamente corto (285 días), podría crear problemas cuando los moluscos de importancia comercial filtran el fitoplancton contaminado. Sin embargo, tenemos ciertos conocimientos

sobre esos problemas y la forma de combatirlos. De todos modos sigue rondando la amenaza del daño genético por concentraciones incluso reducidas de radiación adicional.

5. Desperdicios sólidos

La cantidad de materia sólida que penetra actualmente en el mar puede ascender a millones de toneladas (Cuadro 12). Aunque este tipo de contaminantes es principalmente antiestético y afecta sobre todo a los usos recreativos, hay otras utilizaciones del mar que pueden ser afectadas. Por ejemplo, las grandes cuerdas de polipropileno o de nilon, que flotan inmediatamente por debajo de la superficie del mar, pueden enredarse en las hélices de los barcos, produciendo daños y tal vez accidentes marítimos. Las láminas de materia plástica también pueden enredarse en las hélices de los barcos, así como obstruir las tomas de agua de mar para refrigeración de los motores y otros usos. Los aparejos de pesca pueden recoger tejidos de redes y cuerdas, así como grandes objetos sólidos depositados en el fondo del mar. Por esta razón, la Convención de Londres para la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertido de Desechos y otras Materias de 1972 prohibe la evacuación en el mar de "materias plásticas persistentes y otras materias sintéticas persistentes, por ejemplo, tejidos de redes y cuerdas que pueden flotar o permanecer suspendidas en el mar de manera que interfieran materialmente con la pesca, la navegación u otros usos legítimos del mar". También por esta razón, la Convención para la Prevención de la Contaminación por los Barcos de 1973 prohibe que los barcos arrojen grandes objetos flotantes a menos de cierta distancia de la costa.

Cuadro 12

Estimación de los desperdicios totales

(según NAS, 1975a)

Fuente	Cantidad de desperdicio producida (10^6 toneladas/año)
Barcos de pasajeros	0,028
Barcos mercantes	
Tripulación	0,110
Carga[a)]	5,600
Navegación recreativa	0,103
Pesca comercial	
Tripulación	0,340
Aparejos	0,001
Barcos de guerra	0,074
Torres de perforación y plataformas[b)]	0,004
Catástrofes	0,100
Total	6,360

a) Suponiendo que un porcentaje desconocido de desperdicios se evacúa en los puertos o en zonas próximas a la costa.

b) Según Anon., 1973.

Desde el punto de vista ecológico, los sólidos depositados en el fondo pueden influir desfavorablemente sobre el hábitat bentónico. Por ejemplo, las láminas de materia plástica pueden asfixiar a los organismos situados debajo, debido a la falta de renovación del oxígeno por supresión o disminución del intercambio de agua, e influir desfavorablemente en el sustrato para la fijación de las larvas. Se han encontrado bolsas de materia plástica en la cabeza de las focas explotadas por su piel, que pueden causar molestias a los animales, cuando no la muerte, por sofocación. En el intestino de los peces se han encontrado esferillas de materia plástica y de caucho. Es concebible que en las primeras fases postlarvales de estos peces puedan producirse bloqueos del tracto intestinal debido a esas materias indigestibles. Las tortugas marinas pueden confundir ocasionalmente las bolsas de materia plástica con medusas y consumirlas con efectos indudablemente perjudiciales.

Es sabido que los desechos sólidos de madera son sumamente destructores para los hábitats de las aguas costeras donde se practican talas de árboles. Por ejemplo, las zonas de transporte de troncos tienden a quedarse sin la planta costera y sin la fauna de invertebrados. Las materias lixiviadas de la madera y de la corteza, especialmente de ciertas especies de árboles, son muy tóxicas para la mayor parte de los organismos marinos y en particular para sus huevos y sus larvas.

Los troncos flotantes también ensombrecen las aguas e impiden la penetración de la luz para la fotosíntesis. Además, el sustrato queda modificado desfavorablemente para la fijación de las larvas. En el caso de desechos de madera en forma de partículas finas, como el efluente de las fábricas de pulpa que contienen fibras, pueden formarse lechos de cieno. Estos se descomponen, consumen el oxígeno de los sedimentos y del agua suprayacente y con frecuencia desprenden gases, principalmente metano, pero a veces también sulfuro de hidrógeno sumamente tóxico.

Es evidente que la contaminación con desechos sólidos, en particular flotantes, afecta principalmente hoy día a la zona costera, creando no sólo problemas para los usos recreativos sino también peligros para la navegación. Por ejemplo, en el puerto de Vancouver, Columbia Británica (Canadá), se acumulan en primavera y en verano gran número de troncos y enormes cantidades de desechos de madera durante la crecida del río Fraser. Una parte de estos materiales flotan inmediatamente por debajo de la superficie y constituyen un verdadero peligro para las pequeñas embarcaciones. Las grandes "cabezas muertas" (troncos sumergidos y suspendidos verticalmente) pueden causar graves daños incluso a grandes barcos que pasan inadvertidamente sobre ellos.

A menos que se acumule una gran cantidad de desechos en vastas zonas de convergencia de la alta mar, como se ha observado con frecuencia en las zonas de marea de las aguas próximas a la costa, no es de esperar que los desechos sólidos flotantes constituyan un problema grave para la navegación en el mar abierto en un futuro próximo. Sin embargo, los desperdicios flotantes son desagradables para la vista y todos los interesados deben velar por una mayor limpieza de nuestros océanos para poder hacer cruceros más agradables en aguas limpias a través de los mares.

Los desechos sólidos, tales como los materiales de construcción, los escenarios cinematográficos viejos y las carrocerías desechadas de automóviles, se han utilizado eficazmente para construir arrecifes artificiales para los peces en las costas de California y de Florida en los Estados Unidos de América y frente a las costas de Italia en el Mediterráneo.

Formas de entrada de los contaminantes en el medio marino, procesos de transporte y sumideros

Aparte de la importancia de controlar la entrada de contaminantes en el medio marino es esencial conocer las formas de entrada para los cálculos de balance de masas. Los procesos de transporte de contaminantes entre los diferentes compartimentos del medio marino tienen considerable interés ecológico y son necesarios para los cálculos de balance de masas. Es necesario conocer el destino final de un contaminante, es decir, si es degradado o fijado por los sedimentos, o si se difunde ampliamente en el océano mundial, para completar la información sobre el debe y el haber en los cálculos de balance de masas.

La mayor parte de los materiales de desecho de nuestra sociedad moderna se producen en la tierra. Hay tres formas principales de transporte de esas sustancias desde la tierra al mar: 1) el caudal fluvial; 2) el transporte atmosférico seguido de lavado por la lluvia; y 3) las descargas

costeras por las alcantarillas marinas. Los barcos aportan cierta cantidad de contaminación mediante la evacuación de aguas residuales y desperdicios, pero esta fuente está siendo rápidamente controlada gracias a la legislación nacional y a las convenciones internacionales. Cada vez se transporta al mar más cantidad de materiales para sumergirlos en lugares de evacuación designados. Sin embargo, la mayor parte de los materiales seguirán vertiéndose en el mar por las alcantarillas costeras.

Se está poniendo de manifiesto que el transporte atmosférico de contaminantes no es una parte insignificante del proceso de transferencia desde la tierra al mar. En primer lugar, el transporte de los productos de fisión resultantes de las pruebas de armas atómicas por la estratosfera, seguido de la precipitación de esos radionúclidos prácticamente en todas las zonas del globo, ha demostrado la gran difusión que pueden sufrir las sustancias emitidas en la atmósfera. Después vino el problema del DDT y prácticamente todos los animales marinos encontrados en cualquier lugar cerca de la superficie del mar presentaban cantidades apreciables de DDT. Se ha demostrado que esta amplia distribución de una sustancia utilizada principalmente en ciertas regiones agrícolas y forestales del mundo es el resultado de una rápida diseminación por la atmósfera.

La entrada de plomo en el mar a partir de las emisiones de los automóviles es claramente un fenómeno de transporte y lavado atmosféricos. Hay indicios de que otros metales, como el mercurio y el cadmio, son transportados alrededor del globo por las corrientes atmosféricas y pueden ser arrastrados al mar por la lluvia.

La lluvia ácida y el bajo pH de las aguas dulces de algunos lagos y ríos escandinavos se atribuye a las emisiones de dióxido de azufre de las centrales térmicas de carbón y las refinerías de Inglaterra, R.F. de Alemania y otras partes de Europa Occidental. Aunque la variación del pH no es probable que constituya un problema en el agua del mar, que posee gran poder amortiguador, la existencia de lluvias ácidas demuestra lo que puede ocurrir a causa de los procesos atmosféricos.

Los ríos también pueden ser una fuente importante de contaminantes, en particular cuando atraviesan zonas altamente industrializadas. Pueden citarse como ejemplo el Rhin en Europa Occidental, el Támesis en el Reino Unido, el Hudson y el Susquehanna en los Estados Unidos y el Samida en el Japón. Los ríos que atraviesan grandes zonas agrícolas, como el Mississipi en los Estados Unidos, también pueden introducir grandes cantidades de plaguicidas procedentes de la lucha contra las plagas y de nutrientes derivados de los fertilizantes. En cambio, los grandes ríos que atraviesan territorios y bosques relativamente vírgenes, por ejemplo el Amazonas y el Congo, pueden aportar poca o ninguna contaminación antropogénica al mar.

Aunque los ríos pueden inyectar una gran cantidad de material en el mar, afectan principalmente a la zona costera. Por ejemplo, una sustancia introducida por el río Mississipi tarda mucho tiempo en distribuirse uniformemente por el océano mundial. Los procesos de dispersión oceánica no son lo suficientemente rápidos para distribuir mundialmente los materiales transportados por los ríos en la escala de tiempo a la que estamos acostumbrados en la atmósfera. Además, la mayor parte de los ríos desembocan en mares o cuencas marginales donde quedan retenidas muchas de las partículas e incluso algunas sustancias disueltas. Por ejemplo, el Mississipi desemboca en el Golfo de México, el Nilo en el Mediterráneo y el Yangtsé en el Mar Oriental de China, donde las contribuciones de los ríos son muy considerables y tienden a quedar confinadas.

En el Cuadro 13 se indican los flujos de algunos materiales en el ciclo sedimentario principal. Todavía no hay datos suficientes para hacer estimaciones razonables de las cantidades de contaminantes críticos que penetran en el océano mundial por diferentes vías. El Grupo Internacional de Coordinación de la COI para la Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino ha hecho un intento para obtener datos esenciales sobre la entrada de DDT en el mar, como ejemplo de contaminante.

El transporte de contaminantes a través de la cadena alimentaria tiene particular interés en los problemas de bioacumulación, ensuciamiento y reproducción de los organismos marinos. En la actualidad se sabe demasiado poco sobre los mecanismos de transferencia y hacen falta investigaciones intensivas en este campo para esclarecer los efectos de los contaminantes sobre los ecosistemas. La degradación de los distintos contaminantes, en particular los más persistentes, y su depósito en los sedimentos marinos también requiere investigaciones para comprender mejor su distribución y sus efectos a largo plazo.

Cuadro 13

Algunos flujos del ciclo sedimentario principal

(según Goldberg, 1976b)

Material	Geosfera que recibe el material	Flujo en 10^{14}g por año
Sólidos suspendidos en los ríos	Océanos	180
Sólidos disueltos en los ríos	Océanos	39
Glaciares	Océanos	30
Partículas de rocas y suelos continentales	Atmósfera	1-5
Sal marina	Atmósfera	3
Detritos volcánicos	Estratosfera	0,035
Detritos volcánicos	Atmósfera	<1,5
Desechos de la sociedad (excluidos los combustibles fósiles)	Hidrosfera, litosfera, atmósfera	30
Desechos evacuados por los barcos	Océanos	1,4
Carbón y cenizas volátiles del consumo de combustibles fósiles	Atmósfera	0,54
Total partículas industriales <2 μm	Atmósfera	0,12

Control internacional de la contaminación del mar

1. Estado actual (1977) del control

Las primeras medidas de lucha mediante acuerdos internacionales contra la contaminación del mar se libraron esencialmente en dos frentes: a) la contaminación por petróleo procedente de los barcos; y b) la radiactividad. Estos dos sectores presentaban problemas de la contaminación muy visibles y debido a estar con frecuencia asociados a la navegación podían ser controlados más fácilmente o estaban en gran parte bajo la jurisdicción de los gobiernos nacionales que podían imponer fácilmente medidas de control. Más recientemente, el control de la contaminación por inmersión de desechos en el mar se ha incluido tanto en las convenciones mundiales como en las regionales. La OCMI está encargada ahora de prestar los servicios de Secretaría de la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertido de Desechos y otras Materias de 1972, que abarca el control mundial de la contaminación del mar por inmersión en el océano. En septiembre de 1976 se celebró en Londres la primera reunión consultiva de las partes contratantes en virtud de la Convención. En esta reunión se trazó un plan de acción con prioridades para actividades futuras. La segunda reunión consultiva, en septiembre de 1977, deberá resolver ciertos problemas, como la formulación de directrices para la incineración de desechos en el mar (OCMI, 1977).

Waldichuk (1973, 1977) ha examinado el desarrollo histórico de las convenciones y los tratados internacionales para el control de la contaminación del mar, junto con algunas de sus deficiencias y de las nuevas necesidades en virtud del derecho del mar. En el Cuadro 14 se indican las convenciones internacionales y otros acuerdos, incluido su estado actual para el control de la contaminación del mar. Los preparativos para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (UNGA, 1971) estimularon las medidas para controlar ciertas actividades marinas, tales como la inmersión oceánica. Además, una parte importante de los esfuerzos internacionales para el control de la contaminación del mar se ha dedicado al petróleo y a los barcos, así como a las compensaciones por daños debidos a la contaminación por petróleo (IMCO, 1962a, 1962b, 1969b, 1970, 1971, 1972a, 1972b, 1973b, 1973c).

Cuadro 14

Convenciones internacionales y otros acuerdos para el control de la contaminación del mar

(según Waldichuk, 1973, modificado)

Convenciones, tratados, protocolos, reglamentos y normas	Contaminante	Organo encargado	Situación en junio de 1977
CONTAMINACION GENERAL DEL MAR			
Convención sobre el Mar Territorial y la Zona Contigua	Varios	Naciones Unidas	En vigor
Convención sobre la Alta Mar, 1958	Petróleo; desechos de la exploración y explotación del lecho marino y su subsuelo; desechos radiactivos	Naciones Unidas	En vigor
Convención sobre la Plataforma Continental, 1958	Todos los agentes nocivos	Naciones Unidas	En vigor
Convención sobre la Pesca y la Conservación de los Recursos Vivos de la Alta Mar, 1958	Todas las sustancias deletéreas	Naciones Unidas	Todavía no está en vigor
Tratado del Antártico	Todas las sustancias deletéreas	Naciones Unidas	Ratificado por 12 naciones y adheridas otras 7. A partir de septiembre de 1977 puede empezar a negociarse un nuevo tratado
Convención sobre la Prohibición del Desarrollo, la Producción y la Acumulación de Armas Bacteriológicas (Biológicas) y Tóxicas y sobre su Destrucción, 1972	Sustancias biológicamente peligrosas y otras sustancias tóxicas	Naciones Unidas	Todavía no está en vigor
Protocolo relativo a la Intervención en Alta Mar en Casos de Contaminación del Mar por Sustancias Distintas del Petróleo	Sustancias distintas del petróleo	OCMI	Todavía no está en vigor
Convención sobre la Protección del Medio Marino en el Mar Báltico	Todas las fuentes	Gobierno noruego	Todavía no está en vigor
Convención para la Prevención de la Contaminación del Mar de Origen Terrestre	Desechos de fuentes terrestres	Gobierno francés	Todavía no está en vigor
Convención sobre la Protección del Medio entre Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia	Actividades perjudiciales para el medio	Gobierno sueco	Todavía no está en vigor
Convención sobre la Protección del Medio Marino (Mediterráneo)	Todas las sustancias perjudiciales para el medio	PNUMA	Adoptada por 16 de los 18 Estados mediterráneo en febrero de 1976

Cuadro 14 (continuación)

Convenciones, tratados protocolos, reglamentos y normas	Contaminante	Organo encargado	Situación en junio de 1977
Proyecto de Protocolo para la Protección del Mar Mediterráneo contra la Contaminación de Origen Terrestre	Todas las sustancias perjudiciales para el medio	PNUMA	En preparación
CONTAMINACION POR PETROLEO			
Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por Petróleo, 1954	Petróleo	Reino Unido, hasta la creación de la OCMI en 1958	En vigor
Modificaciones a la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por Petróleo, 1962	Petróleo	Naciones Unidas	En vigor
Modificaciones a la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por Petróleo, 1969	Petróleo	OCMI	Ratificadas en 19 de enero de 1977 por el número necesario de partes contratantes. Entrará en vigor el 20 de enero de 1978
Modificaciones a la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por Petróleo, 1971	Petróleo	OCMI	Todavía no está en vigor
Convención Internacional relativa a la Intervención en Alta Mar en Casos de Accidentes debidos a la Contaminación por Petróleo, 1969	Petróleo	OCMI	En vigor
Convención Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños debidos a la Contaminación por Petróleo, 1969	Petróleo	OCMI	En vigor
Convención Internacional para el Establecimiento de un Fondo Internacional de Compensación de Daños debidos a la Contaminación por Petróleo, 1971	Petróleo	OCMI	Todavía no está en vigor
Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Barcos, 1973	Petróleo y otras sustancias	OCMI	Todavía no está en vigor
Acuerdo relativo a la Cooperación para Controlar la Contaminación del Mar del Norte por Petróleo, 1969	Petróleo	Gobierno de la R.F. de Alemania	En vigor
Acuerdo relativo a la Cooperación en las Medidas para Controlar la Contaminación del Mar por Petróleo, 1971	Petróleo	Gobierno danés	En vigor

Cuadro 14 (continuación)

Convenciones, tratados, protocolos, reglamentos y normas	Contaminante	Organo encargado	Situación en junio de 1977
RADIACTIVIDAD			
Convención sobre la Responsabilidad de Terceros en la Esfera de la Energía Nuclear, 1960	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	En vigor
Convención Suplementaria de la Convención de París sobre la Responsabilidad de Terceros en la Esfera de la Energía Nuclear, 1963	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	Todavía no está en vigor
Convención sobre la Responsabilidad de los Usuarios de Barcos Nucleares, 1962	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA, OCMI	Todavía no está en vigor
Convención sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, 1963	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	Todavía no está en vigor
Tratado Prohibiendo las Pruebas de Armas Nucleares en la Atmósfera, en el Espacio Exterior y Bajo el Agua, 1963	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	En vigor
Tratado sobre la Prohibición de Situar Armas Nucleares y Otras Armas de Destrucción en Masa sobre el Lecho Marino, el Fondo Oceánico y su Subsuelo, 1971	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	En vigor
Convención relativa a la Responsabilidad Civil en la Esfera del Transporte Marítimo de Material Nuclear, 1971	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	Todavía no está en vigor
Reglamento para el Transporte sin Riesgo de Materias Radiactivas	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	Adoptado
Reglamento para el Transporte sin Riesgo de Materias Radiactivas	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	Adoptado
Normas Básicas de Seguridad para la Protección contra las Radiaciones	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	Adoptadas
Normalización de las Categorías de Desechos Radiactivos	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	Adoptada
Reglamento para el Transporte sin Riesgo de Materias Radiactivas	Materias radiactivas	Naciones Unidas OIEA	Adoptado
VERTIDO EN EL OCEANO			
Convención para la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertido desde Barcos y Aeronaves	Todos los desechos y otras sustancias vertidos en el mar	Instrumentos custodiados por el Gobierno noruego	En vigor
Convención para la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertido de Desechos y otras Materias	Todos los desechos y otras materias vertidos en el mar	OCMI	En vigor

2. Problemas pendientes y actividades internacionales en curso para el control de la contaminación del mar

Algunos de los problemas de la contaminación del mar pendientes de solución son los relacionados con: a) las fuentes terrestres de contaminantes; b) la exploración y explotación del lecho marino; y c) las emisiones atmosféricas que tienen repercusiones marinas (Cuadro 15). La Convención para la Prevención de la Contaminación del Mar de Origen Terrestre, firmada en París el 4 de junio de 1974, abarca la región europea y no ha entrado todavía en vigor. No hay ninguna convención internacional de alcance mundial que incluya las fuentes terrestres de los contaminantes que penetran en el agua o en la atmósfera. La contaminación por las alcantarillas costeras, los ríos y las chimeneas está todavía en gran parte sin regular internacionalmente.

Como la atmósfera y los océanos no son propiedad de un Estado o un grupo particular de Estados, sino la propiedad común de todas las naciones del globo, debe haber cierto control de la contaminación de esos recursos del medio. La atmósfera se mueve libremente a causa de los vientos de una nación a otra. Los océanos se encuentran en un estado incesante de flujo y las corrientes permanentes transportan los materiales depositados en una parte del océano a otras partes. En efecto, los desechos evacuados en las aguas costeras de un Estado pueden ir a depositarse a la puerta de otro. Los materiales nocivos vertidos por un barco a cierta distancia de la costa pueden ser arrastrados a las orillas de un Estado costero tanto por las corrientes oceánicas permanentes como por las corrientes inducidas por el viento o las corrientes locales de marea. Por esta razón, es absolutamente indispensable controlar la evacuación de materiales de desecho en el medio marino a fin de que los Estados costeros no sean afectados desfavorablemente. Estos son, entre otros, los sectores en los que ha procurado alcanzar algún acuerdo la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Al iniciar su sexto periodo de sesiones en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York el 23 de mayo de 1977, la Tercera Conferencia sobre el Derecho del Mar tenía que examinar los importantes puntos de la jurisdicción nacional sobre los mares territoriales y las zonas de pesca, la minería del lecho marino para extraer nódulos de manganeso y el control de la contaminación del mar de diversos orígenes. La declaración unilateral de una zona pesquera o económica de 200 millas formulada en 1977 por varios países exige un nuevo ajuste en las deliberaciones internacionales.

El Comité sobre la Utilización con Fines Pacíficos del Lecho Marino y del Fondo Oceánico fuera de los Límites de la Jurisdicción Nacional desplegó gran actividad en sus diversos subcomités para preparar la Conferencia sobre el Derecho del Mar. El Subcomité III se ocupó principalmente de la contaminación del mar, empezando por los problemas que plantea la exploración y explotación del lecho marino y del fondo oceánico fuera de los límites de la jurisdicción nacional, y ampliando después su función para abarcar otros tipos de contaminación del mar (UN, 1972c).

Un problema político y jurídico muy importante relacionado con la exploración y explotación del lecho marino y su subsuelo es el límite en el que termina la jurisdicción nacional (U.S. Senate, 1972). Cualquiera que éste sea, la contaminación causada por una actividad incluso fuera de los límites de la jurisdicción nacional, puede ser transportada a las aguas próximas a la costa de un Estado ribereño. Las aguas oceánicas ignoran las fronteras políticas, y las corrientes que actúan tanto verticalmente como horizontalmente pueden transportar materiales de desecho a puntos muy alejados de sus fuentes. El orden jurídico tradicional para la mayor parte de las regiones de alta mar del mundo debe formularse de nuevo a base de consideraciones ambientales a pesar de los límites de la jurisdicción nacional. Es evidente que serán necesarios nuevos acuerdos institucionales que probablemente tendrán que ser muy complejos a fin de resolver los problemas internacionales bastante complicados que plantea la preservación del medio marino.

Como resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en junio de 1972, se trazó un Plan de Acción que enunciaba los objetivos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y las principales tareas funcionales, proponiendo medidas para formular grupos de recomendaciones sobre materias específicas. Se propusieron medidas en relación con 15 recomendaciones sobre "OCEANOS" y para 10 de 15 recomendaciones sobre "CONTAMINANTES". Las actividades relacionadas con los componentes funcionales del Plan de Acción son: 1) evaluación ambiental (VIGILANCIA MUNDIAL); 2) ordenación ambiental; y 3) actividades de apoyo. La VIGILANCIA MUNDIAL tiene 4 componentes: i) Sistema Mundial de Vigilancia del Medio (SIMUVIMA); ii) Sistema Internacional de Referencia (SIR); iii) Revisión; y iv) Evaluación. En el proyecto de programa del PNUMA, presentado a la tercera reunión del Consejo de Administración (Nairobi, 17 de abril-2 de mayo de 1975) se declara que

Cuadro 15

Aspectos de la contaminación del mar
que requieren todavía acuerdos de control internacional

(según Waldichuk, 1977)

Fuentes de contaminación	Control nacional	Control internacional	Comentarios
1. Descargas de los barcos	Promulgar leyes y reglamentos nacionales para prevenir y controlar la contaminación en las aguas costeras (mar territorial, zona económica, zona pesquera y sectores especiales en esas zonas)	Establecer una base sólida de reglamentos para prevenir y controlar la contaminación por los barcos en el mar territorial, en la zona económica y en sectores especiales de estas zonas, así como en aguas internacionales	Debe armonizarse con la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Barcos, 1973
2. Minería del lecho marino por torres de perforación, barcos de perforación e islas artificiales	Control nacional de las actividades en el mar territorial, la zona económica o la zona pesquera	Las actividades realizadas fuera de los límites de la jurisdicción nacional podrían ser controladas por un "Organismo Internacional del Lecho Marino"	Debería formularse una nueva serie de directrices y reglamentos para el control internacional
3. Descarga de las alcantarillas marinas	Prácticamente todas estas descargas estarán bajo control nacional. Las normas del Estado costero deben ser uniformes y basarse en directrices internacionales	Deben formularse criterios, normas y reglamentos para someter todas las evacuaciones de efluentes a un control uniforme a fin de proteger el medio marino	La mayor parte de estas descargas se encuentran dentro de los límites nacionales de la zona costera
4. Emisiones atmosféricas	Control de estas emisiones por las autoridades locales de cada Estado. Los controles deben basarse en directrices internacionales	Deben formularse criterios, normas y reglamentos aplicables a las emisiones atmosféricas para conseguir la uniformidad en la protección de la atmósfera y de los recursos acuáticos	Pueden controlarse ciertas emisiones atmosféricas, por ejemplo, el dióxido de azufre para proteger los sistemas de agua dulce
5. Otras fuentes terrestres	Los Estados costeros e interiores que contribuyen a la contaminación de las aguas costeras por la escorrentía, los ríos, los derrames y las infiltraciones pueden controlar estas fuentes mediante la legislación y los adelantos técnicos de la depuración	Preparar normas para los efluentes, criterios de calidad para el agua y manuales de tecnología del tratamiento para uso de las autoridades nacionales en la lucha contra la contaminación del mar	Este problema es muy difícil de resolver internacionalmente debido a una posible interferencia en los asuntos nacionales.

la actividad más importante del SIMUVIMA en relación con la vigilancia de la contaminación del mar será "la ejecución del proyecto experimental del Sistema Global Integrado de Estaciones Oceánicas (IGOSS), patrocinado por la COI y la OMM, para la vigilancia de la contaminación por petróleo". Con respecto a la evaluación de la contaminación del mar se indicó que "la principal actividad en curso en el plano internacional es el establecimiento de un plan para la Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME)".

El Sr. Maurice Strong, entonces Director Ejecutivo del PNUMA, subrayó la importancia de reflejar adecuadamente los intereses ambientales en la nueva ley del mar y enunció 16 principios en la sesión inaugural de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (Caracas, Venezuela, julio de 1974). Estos principios incluían, entre otras cosas, un llamamiento a los Estados para proteger la calidad y los recursos del medio marino y aplicar las mejores medidas practicables para reducir al mínimo la evacuación de contaminantes del mar de todas las fuentes, incluidas las situadas en tierra. La Conferencia pidió concretamente al PNUMA que preparase un informe para el Comité 3 en el que se expusieran tanto los programas internacionales como los componentes nacionales de sus sistemas de vigilancia.

Aspectos científicos de la contaminación del mar

La legislación sobre problemas tales como la contaminación del mar es con frecuencia poco útil si no está firmemente respaldada por información científica y técnica. La contaminación afecta de varias maneras al medio marino y a las poblaciones que en él viven. Algunas de las interacciones son sumamente complejas y sólo pueden entenderse después de un largo y detallado estudio. En consecuencia, es esencial examinar cuidadosamente toda la información disponible antes de sacar conclusiones para establecer normas y reglamentos, algunos de los cuales pueden ser sumamente costosos de aplicar. En las cuestiones ecológicas, a diferencia de las ciencias físicas, las respuestas a ciertas preguntas no pueden siempre expresarse de una manera precisa, inequívoca y con una certeza indiscutible.

Con frecuencia, es difícil elegir entre el blanco o el negro y sólo son posibles varios tonos de gris. Hay todavía mucho que aprender y el efecto ecológico final de un determinado contaminante no puede definirse hasta que se han reunido todas las partes de una imagen relativamente grande y compleja.

Mientras tanto, hay un considerable debate científico sobre ciertos aspectos de la contaminación en el medio marino. Es esencial recurrir a una opinión científica sólida sobre aquellos problemas en los que faltan "datos firmes". Por desgracia, una gran proporción de los problemas de la contaminación del mar pueden incluirse en esta categoría. Como decía un reciente editorial de SCIENCE: "La modesta influencia de la ciencia en las decisiones descansa hoy día en gran medida en su reputación de objetividad. En la medida en que abandonamos esa virtud perdemos influencia y somos considerados simplemente como otra clientela electoral egoísta, políticamente predispuesta e interesada" (Anon, 1975). Debido a que existen muchas incertidumbres en las conclusiones científicas en la esfera ambiental, el profano y el legislador se quedan con frecuencia confundidos por los pros y los contras de las opiniones científicas y son influidos por el enfoque positivo que adoptan los activistas ecológicos, que son en general opuestos a toda alteración de las condiciones naturales. Por esta razón, se pone a veces en tela de juicio la base de la legislación nacional, que puede ser una carga económica considerable para la sociedad.

1. Actividades intergubernamentales relacionadas con el control de la contaminación del mar

Debido a la creciente preocupación internacional por la contaminación del mar, varios organismos del sistema de las Naciones Unidas se han interesado por los aspectos científicos de la contaminación del mar en sus particulares esferas de competencia en el medio marino. Waldichuk (1973) ha analizado la intervención de los organismos intergubernamentales en los aspectos científicos de la contaminación del mar hasta 1973. A continuación se indican algunas de las primeras actividades junto con otras más recientes:

1) Formación del Grupo de Trabajo de la COI sobre la Contaminación del Mar, que se disolvió después de la sexta reunión de la COI en septiembre de 1969 (IOC, 1970b).

2) El Grupo Mixto de Expertos en Aspectos Científicos de la Contaminación del Mar (GESAMP) se reunió por primera vez en la Sede de la OCMI, en Londres, en marzo de 1969 y todos los años desde entonces sucesivamente en la Sede de cada una de las organizaciones representadas en el GESAMP, es decir, la OCMI, la FAO, la Unesco, la OMM, la OMS, el OIEA, las Naciones Unidas y el PNUMA. El Grupo presta asesoramiento a las organizaciones sobre los problemas concretos de la contaminación del mar que les incumben.

3) Recomendación del Grupo de Expertos de la COI en Política Científica y Planeamiento a Largo Plazo (GELTSPAP) (IOC, 1970c) para que el foco del Programa Ampliado a Largo Plazo de Exploración e Investigación Oceánicas (LEPOR) de la COI sea una Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME). Esta recomendación fue aceptada ulteriormente por la Mesa y el Consejo Consultivo, así como por la Asamblea de la COI en su séptima reunión, celebrada en noviembre de 1971 (IOC, 1972a).

4) Reunión del Grupo Mixto ACMRR-SCOR-ACOMR-GESAMP de Trabajo sobre la Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME), celebrada en San Marco di Castellabate y Roma (Italia), del 11 al 18 de octubre de 1971. Su principal objetivo fue "definir las direcciones de la investigación que parecen más eficaces en esos estudios". Las recomendaciones del Grupo de Trabajo fueron aprobadas por la primera reunión del Consejo Ejecutivo de la COI (IOC, 1972b).

5) La tercera reunión del Grupo de Expertos en Investigaciones Oceanográficas relacionadas con el IGOSS (IRES) (Unesco, París, 25-29 de septiembre de 1972) reconoció que el IGOSS (IOC/WMO, 1973) era una base potencial para la vigilancia de la contaminación del mar y recomendó un proyecto de vigilancia de la contaminación por petróleo, enunciando su base científica, que abarcará el Atlántico Norte y la principal ruta de transporte de petróleo alrededor del Cabo de Buena Esperanza, entre el Golfo Pérsico y Europa. Se formuló una propuesta para que fuera examinada por varios grupos internacionales (IOC, 1973a).

6) La primera reunión del Grupo Internacional de Coordinación (GIC) de la COI para la Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME) se celebró en Londres, en abril de 1973. El GIC se reunió luego en Nueva York, en julio de 1974, donde se preparó un plan general para la GIPME, y en París, en junio de 1975 (IOC, 1974) donde se redactó un plan de ejecución y se finalizaron unas directrices para estudios de referencia, redactadas por un grupo de trabajo COI/ICES (IOC, 1976c). También se recomendó que se formara un Comité de Trabajo de la COI para la GIPME. La novena reunión de la COI (Unesco, París, noviembre de 1975), adoptó el informe de la tercera reunión del GIC de la GIPME y aprobó la recomendación de formar un Comité de Trabajo para la GIPME. La primera reunión del Comité de Trabajo de la GIPME se celebró en Hamburgo (R.F. de Alemania) del 18 al 22 de octubre de 1976. Las funciones de la GIPME incluían un examen de las actividades del IGOSS en materia de vigilancia de la contaminación del mar (IOC, 1976a).

7) Iniciación del Proyecto Experimental del IGOSS sobre Vigilancia de la Contaminación del Mar (Petróleo) en enero de 1975. La COI y la OMM (1976a) han dirigido la marcha de este proyecto, que ha sido recientemente examinado por el Subgrupo de Expertos en Vigilancia de la Contaminación del Mar (Petróleo) del Grupo de Expertos COI/OMM del IGOSS, en Londres, del 3 al 7 de mayo de 1976 (IOC/WMO, 1976b). La contribución atmosférica de hidrocarburos del petróleo a los océanos fue evaluada por consultores (Garrett and Smagin, 1976). El programa de vigilancia de la contaminación se ha tenido en cuenta en el plan general y programa de ejecución del IGOSS durante 1977-1982 (IOC/WMO, 1977).

8) Coloquio y seminario COI-OMM-USDC sobre vigilancia de la contaminación del mar (petróleo) en el National Bureau of Standards, celebrados en Gaithersburg, Maryland (Estados Unidos de América) en mayo de 1974. El principal propósito de esta reunión fue definir los métodos de vigilancia de la contaminación por petróleo que se utilizarían en el proyecto experimental del IGOSS. Del 14 al 18 de junio de 1976 se celebró en Mónaco un segundo seminario COI-OMM sobre vigilancia de la contaminación del mar (petróleo). Se revisó el plan de operaciones para el proyecto experimental teniendo en cuenta las recomendaciones del Subgrupo de Expertos en Vigilancia de la Contaminación del Mar (Petróleo) y de la experiencia transmitida por los coordinadores nacionales. En 1977 se está haciendo un ejercicio de intercalibración para normalizar las mediciones de hidrocarburos del petróleo disueltos. Para finales de 1977 se ha proyectado un tercer seminario, y se ha recomendado que el proyecto experimental se prosiga hasta el final de 1978.

9) Cuando surge la necesidad de tratar temas concretos se establecen grupos de trabajo del GESAMP. Desde la primera reunión del GESAMP en marzo de 1969 han actuado varios grupos de trabajo, pero sólo recientemente han podido trabajar eficazmente en los periodos comprendidos entre las reuniones gracias al apoyo financiero del PNUMA. En la séptima reunión del GESAMP, celebrada en la Sede de la OCMI, en Londres, en abril de 1975, se finalizaron y adoptaron los informes de dos grupos de trabajo: a) Bases científicas para determinar las concentraciones y los efectos de los contaminantes del mar: Directrices para establecer un sistema de vigilancia del océano abierto; y b) Criterios científicos para seleccionar lugares de vertido de desechos en el mar (GESAMP, 1975b). En la octava reunión del GESAMP, celebrada en la Sede de la FAO, en Roma, en abril de 1976 (GESAMP, 1976a) presentaron informes otros cuatro grupos de trabajo; c) Principios para formular criterios de calidad del agua costera (GESAMP, 1976b); d) Efectos del petróleo sobre el medio marino (GESAMP, 1977a); e) Aspectos científicos de la contaminación derivados de la exploración y explotación del lecho marino; y f) Evaluación de los riesgos debidos a sustancias nocivas en el medio marino. Cinco grupos de trabajo prosiguen sus actividades entre reuniones sobre: g) Evaluación de los riesgos de sustancias nocivas transportadas por barcos; h) Consecuencias de la explotación del lecho marino y el desarrollo costero sobre la contaminación del mar; i) Actualización de la lista de sustancias nocivas; j) Efectos biológicos de las descargas térmicas sobre el medio marino; y k) Intercambio de contaminantes entre la atmósfera y el océano. En la novena reunión del GESAMP, celebrada en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York, 7-11 de marzo de 1977, se crearon dos grupos de trabajo adicionales para tratar de: l) Aspectos científicos de la separación de sustancias nocivas del agua residual; y m) Vigilancia de los parámetros biológicos de la contaminación del mar.

10) Los grupos de trabajo de otros organismos interesados en el medio oceánico, organizados individualmente o conjuntamente, se han ocupado de problemas concretos de la contaminación del mar:

a) Grupo de Trabajo ACMRR (FAO) sobre Acumuladores Biológicos, patrocinado por la FAO y organizado en 1974 para examinar los programas de investigación y operacionales en curso, evaluar las especies bioacumuladoras, recomendar métodos de trabajo normalizados y formular directrices para estudios experimentales (FAO, 1975b; Portman, 1976).

b) Grupo de Trabajo ACMRR/IABO sobre Indices Ecológicos de Tensión para los Recursos Pesqueros (ACMRR/IABO, 1976).

c) Grupo de Trabajo ACMRR/IABO sobre Efectos Biológicos de los Contaminantes (ACMRR/IABO, 1977a, 1977b).

d) Grupo de Trabajo de la OMS sobre Aspectos Ecológicos de la Contaminación del Mar en Ciertas Zonas Geográficas: Estudio de los Efectos Subletales sobre los Organismos Marinos en el Estuario de Clyde, el Fiordo de Oslo y el Mar de Wadden. Propuesto en 1972, se reunió en diciembre de 1974 (WHO, 1975a) para examinar los efectos a largo plazo sobre los organismos acuáticos de la misma serie de contaminantes a los que pueda estar expuesto el hombre. El estudio de los efectos subletales de los contaminantes sobre la platija (Pleuronectes flesus) en el Fiordo de Oslo fue una de las primeras investigaciones iniciadas en virtud de este proyecto.

e) Programa de la OMS sobre higiene de los moluscos. En cooperación con la FAO, la OMS convocó un Comité de Expertos en Higiene del Pescado y de los Moluscos, que se reunió en Ginebra del 18 al 24 de septiembre de 1973 para examinar la forma de prevenir la transmisión de enfermedades humanas por pescado y moluscos contaminados, así como el mejoramiento de la producción, el tratamiento y la distribución en condiciones higiénicas de esos alimentos (WHO, 1974). Esta labor ha ido seguida por la publicación de una "Guía sobre higiene de los moluscos", preparada bajo los auspicios de la OMS (Wood, 1976).

11) Estudios y actividades de control de la contaminación en el Mediterráneo. La labor sobre varios aspectos de la contaminación en el Mediterráneo se ha acelerado en los últimos cinco años con una participación creciente de la FAO, la Unesco (COI), la OMS y el PNUMA.

a) Grupo de Trabajo GFCM (FAO) sobre la Contaminación en el Mediterráneo y consultas de expertos relativas al Proyecto coordinado de la GFCM sobre la contaminación en el Mediterráneo (GFCM, 1972). Del 23 de junio al 4 de julio de 1975 se celebró en Roma la Consulta de expertos de la FAO (GFCM) sobre el Proyecto conjunto coordinado relativo a la contaminación en el Mediterr

que preparó un documento operacional que servirá de marco para la cooperación de los centros de investigación del Mediterráneo y de esbozo científico para los proyectos (FAO/UNEP, 1975; FAO, 1976a, 1977a).

b) Actividades conjuntas COI-OMM-PNUMA en el Mediterráneo. La COI ha asumido una importante función coordinadora de dos proyectos del Programa coordinado de vigilancia e investigación de la contaminación en el Mediterráneo, patrocinado por el PNUMA (IOC, 1975f, 1975g): i) el Proyecto experimental conjunto COI-OMM-PNUMA sobre estudios de referencia y vigilancia del aceite y los hidrocarburos del petróleo en aguas marinas (Mediterráneo). El objetivo de este proyecto es establecer eventualmente un programa regional de vigilancia, y en su forma actual constituirá una contribución al Proyecto experimental del IGOSS sobre vigilancia de la contaminación del mar (petróleo). Se ha designado a la Universidad de Malta como centro de actividades regionales para ayudar a los organismos patrocinadores en la ejecución del proyecto. Once gobiernos han designado 25 centros nacionales de investigación para participar en el proyecto; ii) Proyecto experimental conjunto COI/PNUMA sobre problemas del transporte costero de contaminantes. El objetivo principal de este proyecto es proporcionar información sobre los procesos físicos que contribuyen al transporte de contaminantes en las aguas superficiales del Mediterráneo, investigando la circulación del agua en las zonas costeras y el intercambio de agua entre las regiones costeras y de alta mar. En una reunión especial celebrada con ocasión del 25º Congreso y Asamblea Plenaria del ICSEM (Split, Yugoslavia, 27 de octubre de 1976) se trazó el plan de operaciones de un experimento de tarjetas a la deriva (DRIFTEX) como parte de un proyecto experimental.

c) Plan de saneamiento ambiental de la OMS para el Mediterráneo. La OMS ha mantenido su interés en establecer un plan de saneamiento ambiental del litoral mediterráneo con la publicación (Brisou, 1976) de una versión revisada del texto inicialmente presentado por el Profesor J. Brisou a la Conferencia Interparlamentaria de Estados Costeros sobre el Control de la Contaminación en el Mediterráneo, organizada conjuntamente por la Unión Interparlamentaria, las autoridades parlamentarias italianas y el PNUMA, en Roma, del 29 de marzo al 3 de abril de 1974.

d) Convención sobre la Protección del Medio Marino (llamada con frecuencia Convención de Barcelona). Después de dos reuniones intergubernamentales celebradas en Barcelona (España), la primera, en enero-febrero de 1975 y la segunda en febrero de 1976, dieciséis de los dieciocho Estados mediterráneos aprobaron una Convención sobre la Protección del Medio Marino, junto con dos protocolos, uno sobre los vertidos de barcos y aeronaves y otro sobre la cooperación en la lucha contra la contaminación.

e) Centro Regional OCMI/PNUMA de Lucha contra el Petróleo en el Mediterráneo (IMCO/UNEP, 1976). El Mediterráneo es muy importante para muchos países de Europa, Africa y Asia como fuente de recursos vivos y como zona popular de recreo y turismo. El Mediterráneo es una importante ruta de transporte marítimo para una gran diversidad de barcos, incluidos los petroleros desde la reapertura del Canal de Suez. En consecuencia, en una reunión intergubernamental, celebrada en Barcelona en enero de 1975, se propuso, entre otras cosas, que se estableciera un centro regional para planificar y coordinar medidas en caso de un desastre importante de contaminación por petróleo. La segunda Conferencia de Plenipotenciarios de los Estados Costeros de la región mediterránea sobre la protección del Mar Mediterráneo, celebrada en febrero de 1976, decidió que debía establecerse ese centro de lucha contra la contaminación. El Gobierno de Malta se ofreció a alojar el centro.

El PNUMA, después de consultar con la OCMI, accedió a ayudar a establecer el centro cubriendo inicialmente los gastos, quedando entendido que éstos serán ulteriormente sufragados por contribuciones voluntarias de los gobiernos del Mediterráneo. El centro se inauguró en diciembre de 1976 en la isla de Manoel en el Puerto de La Valetta. Sus objetivos fundamentales son facilitar la cooperación entre los Estados mediterráneos en caso de un derrame masivo de petróleo y ayudarles a desarrollar su capacidad de lucha contra la contaminación. El centro compilará inventarios de los expertos y el equipo existentes en cada Estado costero y actuará como depositario de planes para combatir la contaminación por petróleo. Estos planes podrán ser utilizados por otros Estados para trazar sus propios planes de emergencia. Se prestará especial atención a las zonas del Mediterráneo más vulnerables a la contaminación por petróleo y se especificarán métodos de limpieza para reducir al mínimo los daños ambientales.

f) Programa de investigaciones en el Mediterráneo del Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina del OIEA, Mónaco. Financiado conjuntamente por el PNUMA, la Unesco y el OIEA,

el laboratorio de Mónaco realiza investigaciones sobre metales pesados, hidrocarburos clorados y radionúclidos en el agua, la biota y los sedimentos marinos y, en el caso de los hidrocarburos clorados, también en muestras de aire. El laboratorio prosigue su programa de intercalibración proporcionando muestras del medio ambiente con cantidades conocidas de radionúclidos, hidrocarburos clorados y metales pesados a los laboratorios participantes.

12) El Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES) es un órgano intergubernamental que se ha ocupado desde 1901 de problemas científicos marinos en el Atlántico Noreste y en los mares marginales del noroeste de Europa. En la última década, el Consejo ha desplegado gran actividad en los estudios sobre la contaminación del mar.

a) Estudio sobre la contaminación del Mar del Norte. En 1967, el ICES formó un grupo de trabajo para reunir información real sobre las sustancias consideradas dañinas o potencialmente dañinas para los recursos vivos del Mar del Norte. En 1969 se publicó un informe (ICES, 1969) sobre la legislación de lucha contra la contaminación en cada país ribereño del Mar del Norte, así como datos básicos sobre aguas residuales, desechos industriales, plaguicidas y petróleo. Este informe sirvió de base para estudios más detallados en el Mar del Norte, con una serie de reuniones especiales en 1970 y 1971. Ulteriormente se formó un nuevo Grupo de Trabajo para el Estudio Internacional de la Contaminación en el Mar del Norte y sus Efectos sobre los Recursos Vivos y su Explotación y se estableció un programa.

Se acordó que la base inicial del programa fuera un reconocimiento de referencia, dando la prioridad a la investigación de las concentraciones de contaminantes en los peces, seguida de mediciones de los mismos contaminantes en el agua y en los sedimentos. Los contaminantes elegidos comprendían el petróleo, los hidrocarburos aromáticos clorados (por ejemplo, el DDT y los PCBs), los hidrocarburos halogenados en general y los metales (principalmente el mercurio, el plomo, el cobre, el cinc y el cadmio). El ritmo de entrada de estos contaminantes se determinó mediante un cuestionario para poder calcular balances de masa y comprender claramente el destino de los contaminantes. Se realizó una intercalibración de métodos analíticos entre los laboratorios participantes. En 1974 se publicaron los resultados del reconocimiento de referencia y del estudio sobre el ritmo de entrada (ICES, 1974a). Un programa de vigilancia subsiguiente indicó que no se había producido ningún cambio en las concentraciones de contaminantes entre el estudio de referencia realizado en 1972 y el primer año de vigilancia en 1974 (ICES, 1977a). Un ejercicio de intercalibración del ICES sobre los metales en el agua del mar, con participación de otros laboratorios de análisis de países no ribereños del Mar del Norte, puede servir de base para un estudio internacional de referencia ampliado.

b) Estudio sobre la contaminación en el Mar Báltico. En 1968 se estableció un Grupo de Trabajo del ICES sobre la Contaminación en el Mar Báltico, en colaboración con la Conferencia de Oceanógrafos Bálticos. Una gran parte de la labor de este grupo se centró en reunir información sobre la entrada de contaminantes en el Mar Báltico a partir de fuentes terrestres (ICES, 1970a).

En 1971, se estableció un Grupo de Trabajo Mixto SCOR/ICES para Estudiar la Contaminación en el Mar Báltico y sus Efectos sobre los Recursos Vivos. Se trazó un programa en tres partes: i) un estudio ampliado de la entrada de contaminantes en el Báltico; ii) un reconocimiento de referencia sobre las concentraciones de contaminantes en los recursos vivos del Báltico, combinado con intercalibraciones de las técnicas de análisis; y iii) una investigación científica coordinada con objeto de comprender los procesos que rigen la distribución y el destino de los contaminantes en el Báltico. Los organismos utilizados en el estudio de referencia son el bacalao, el arenque, la platija y el mejillón (Mytilus sp.) y los contaminantes analizados, el mercurio, el plomo y el cadmio (con el cinc y el cobre como segunda prioridad), el HCB, la dieldrina, el DDT y los PCBs. Este programa, redactado por un subgrupo y cuidadosamente analizado y revisado por el Grupo de Trabajo, ha sido publicado (ICES, 1974b).

Los estudios sobre la contaminación en el Mar Báltico han culminado en septiembre de 1977 en un experimento multidisciplinario en gran escala realizado en el mar abierto, llamado BOSEX-77, destinado a mejorar el conocimiento de los procesos que rigen la distribución y el destino de los contaminantes en el Mar Báltico, con la participación de científicos de todos los países ribereños

c) Actividades auxiliares del ICES: i) el Experimento internacional de difusión RHENO consistió en el empleo de rodamina en el Mar del Norte para seguir los movimientos del agua (ICES, 1973a). ii) En julio de 1972 se celebró en Aarhus (Dinamarca), bajo los auspicios del ICES

un Coloquio sobre los procesos físicos causantes de la dispersión de los contaminantes en el mar, con especial referencia a la zona próxima a la costa (Kullenberg and Talbot, 1974). iii) En 1975 se organizó un Seminario sobre los hidrocarburos en el medio marino (ICES, en prensa). iv) En 1975, el Consejo estableció un Grupo de Trabajo sobre Mareas Rojas y Eutroficación, después de que dos grupos preparatorios recogieran información sobre la posible eutroficación de la Ensenada Meridional del Mar del Norte y de la zona de Kattegat. La función del Grupo de Trabajo consiste, entre otras cosas, en iniciar estudios teóricos, observaciones y estudios experimentales sobre los procesos de eutroficación en el Mar del Norte. v) Grupo de Trabajo sobre los Efectos de la Extracción de Arena y Grava Marinas sobre la Pesca. Debido al conflicto entre la extracción de arena y grava del lecho marino y los intereses pesqueros, particularmente en lo que se refiere a la destrucción de los lugares de desove, el Consejo estableció en 1973 el Grupo de Trabajo antedicho. El Grupo de Trabajo propuso un código de prácticas para esa extracción (ICES, 1975a) y señaló que esas actividades tenían importantes aspectos de contaminación. vi) Grupo de Trabajo del ICES sobre Estudios de Referencia y Vigilancia de la Contaminación en las zonas de la Comisión de Oslo y de la ICNAF. Este Grupo de Trabajo ha examinado las posibilidades de vigilar los efectos de los contaminantes sobre los seres vivos y sus ecosistemas. Se espera que en 1977 aparecerá un informe a ese respecto (ICES, 1977b).

13) Aporte de los Ríos a los Sistemas Oceánicos (RIOS). Una de las recomendaciones del Grupo Mixto de Trabajo ACMRR-SCOR-ACOMR-GESAMP sobre la Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME) (FAO, 1971c) fue que "la COI examinase la conveniencia y la forma de organizar un estudio internacional multidisciplinario sobre los aportes de los ríos a los sistemas oceánicos (RIOS) y que, como medida inicial, la Secretaría de la COI compile un inventario de los programas nacionales e internacionales existentes para el estudio y la medición del caudal fluvial, incluida la vigilancia de los contaminantes transportados por los ríos". En consecuencia, se formó el Grupo de Trabajo SCOR-ACMRR-ECOR-IAHS-Unesco sobre Aportes de los Ríos a los Sistemas Oceánicos. Este Grupo de Trabajo ha formulado varias propuestas, algunas de las cuales se están ejecutando mientras que otras están en espera de fondos: i) determinación de las investigaciones en curso sobre temas de interés directo para el programa RIOS, establecimiento de un programa experimental de formación y planeamiento de un seminario sobre RIOS; ii) convocación del seminario y de dos reuniones concomitantes del Grupo de Trabajo sobre RIOS; y iii) ejecución de proyectos de demostración en un pequeño número de ríos seleccionados, incluido el establecimiento de estaciones sobre el terreno, programas de formación e intercambio de científicos entre las instituciones locales y las instituciones colaboradoras extranjeras.

14) Biogeoquímica de los sedimentos marinos. Del 29 de noviembre al 3 de diciembre de 1976 se reunió en Melreux (Bélgica) un seminario sobre este tema convocado conjuntamente por la División de Ciencias del Mar de la Unesco y el SCOR. El principal propósito del seminario fue hacer una evaluación crítica de los procedimientos para caracterizar la naturaleza de los sedimentos marinos y las reacciones que transcurren en ellos. Debido a la importancia de los procesos sedimentarios en los estuarios para el destino de los contaminantes en los sistemas estuarinos, las actas del seminario (Unesco/SCOR, 1977) serán muy interesantes para las investigaciones sobre la investigación del mar.

15) Comité para la Protección del Medio Marino (MEPC). Como resultado de la Conferencia Internacional sobre la Contaminación del Mar, convocada por la OCMI en octubre-noviembre de 1973 para preparar la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Barcos de 1973 (IMCO, 1973a), la OCMI formó el Comité para la Protección del Medio Marino a fin de proseguir la labor del Subcomité de Contaminación del Mar del Comité de Seguridad Marítima. El MEPC, cuya séptima reunión se celebró en la Sede de la OCMI (Londres, 20-24 de junio de 1977), dirige sus esfuerzos a resolver algunos de los problemas planteados por la Convención de 1973 y aplicar las resoluciones aprobadas por la Conferencia Internacional sobre la Contaminación del Mar de 1973. Del 21 al 31 de marzo de 1976 se celebró en Acapulco (México) un seminario sobre la prevención de la contaminación del mar por los barcos (IMCO, 1976; NTIS, 1976).

16) Programa conjunto COI-OMM-PNUMA de vigilancia de la concentración ambiental de determinados contaminantes en aguas del océano abierto. Tres consultores designados por el PNUMA, la OMM y la COI hicieron un estudio de viabilidad de ese programa, empezando por las recomendaciones de GESAMP-VII (GESAMP, 1975a). A base de este estudio las tres Secretarías prepararon un proyecto de programa de vigilancia de las concentraciones ambientales de determinados contaminantes en aguas del océano abierto, que fue revisado por una reunión preparatoria de expertos OMM-COI-PNUMA, que se celebró en la Sede de la OMM (Ginebra, 23-25 de marzo de 1976). A

continuación, un Grupo de Expertos Gubernamentales del PNUMA, que se reunió en Ginebra el 26 de marzo de 1976, hizo una nueva revisión, aprobó el programa en una forma modificada y recomendó que los Jefes Ejecutivos de la COI, la OMM y el PNUMA gestionaran la aprobación en principio del programa propuesto y que se formara un grupo especial para redactar de nuevo el programa de acuerdo con las modificaciones propuestas en la reunión preparatoria de expertos. El Comité Ejecutivo de la OMM en su resolución 16 (EC-XXVIII) y el Consejo Ejecutivo de la COI en su resolución EC-VII.11 aprobaron en principio el programa. El Grupo Especial, formado por expertos designados por la COI, la OMM y el PNUMA, así como los representantes de sus Secretarías, revisó el programa propuesto y preparó su versión definitiva en una reunión celebrada en la Sede de la OMM, en Ginebra, del 6 al 8 de octubre de 1976. Esta versión se ha enviado a los Gobiernos Miembros para que formulen comentarios.

17) Inventario de contaminantes en los organismos acuáticos (FAO). La FAO ha establecido un sistema de inventario de los contaminantes en los organismos acuáticos y puede prestar servicios a la comunidad mundial que realiza investigaciones en este campo (FAO, 1976a).

18) Actividades del OIEA relativas a la Convención de Londres sobre el vertido de desechos. Del 1 al 3 de septiembre de 1976 se celebró en Viena una reunión de consultores para examinar los futuros programas relacionados con las obligaciones del OIEA en virtud de la Convención de Londres para la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertido de Desechos y otras Materias (UK, 1972). Del 13 al 17 de diciembre de 1976 se celebró en Woods Hole, Mass. (Estados Unidos de América) una reunión de consultores sobre modelos oceanográficos para la Convención de Londres.

19) Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Esta Comisión establece normas sobre las dosis máximas permisibles de radiación y sobre la carga corporal de radionúclidos para el hombre y proporciona la base del método de la vía crítica para evaluar las descargas admisibles de desechos radiactivos en el medio marino (ICRP, 1958).

20) El Programa de Investigación Global de la Atmósfera (GARP) podría incluir componentes de investigación relativos a la contaminación del mar, comprendidos los métodos numéricos de predicción (Döös, 1970). Por ejemplo, en el informe del Grupo Mixto de Trabajo de la GIPME, que se reunió en Castellabate y Roma en 1971 (FAO, 1971c) se recomendó que en el Experimento del Atlántico Tropical (GATE) del GARP, efectuado en 1974 como parte de la serie de Experimentos Tropicales del GARP, se tomaran muestras de contaminantes atmosféricos (WMO-ICSU, 1970). Además, en el informe de la GIPME antedicho se recomendó que "el SCOR y el ACOMR, en colaboración con la Comisión Internacional de Química Atmosférica y Contaminación Mundial de la IAMAP, evaluasen los problemas que plantea el estudio del transporte de contaminantes por la atmósfera y su transferencia al océano, incluido el establecimiento de métodos de muestreo adecuados". Se ha previsto que el primer Experimento Mundial del GARP (FGGE) se ejecute entre enero y junio de 1979, pero se ignora qué aplicación directa tendrán los resultados de este experimento para los estudios sobre la contaminación del mar.

2. Investigaciones no gubernamentales sobre la contaminación del mar

El Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC) tiene órganos filiales interesados en los problemas científicos que plantea la contaminación del mar. El Comité Científico sobre Problemas del Medio (SCOPE) examinó todos los aspectos de la vigilancia mundial, incluido el medio marino, y presentó su informe a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (ICSU/SCOPE, 1971).

1) Comité Científico de Investigaciones Oceánicas (SCOR). El SCOR es otro órgano del CIUC que, entre sus muchos grupos de trabajo (GT), tiene varios que se ocupan de asuntos relativos a contaminación en el medio marino:

a) GT 39. Grupo de Trabajo ACMRR-SCOR-ACOMR-GESAMP sobre la GIPME [véase 1
Sólo se ha reunido una vez, en octubre de 1971.

b) GT 45. El Grupo de Trabajo ACMRR-ACOMR-ECOR-ICES-SCOR sobre Investigación
la Contaminación del Mar se reunió por primera vez con representación del GESAMP en marz
1973 (SCOR, 1973b). En su segunda reunión (noviembre de 1973) se decidió que el grupo se
ría en adelante Grupo de Enlace SCOR-ACMRR-ACOMR-ECOR-ICES-GESAMP para Investiga
nes Marinas relacionadas con la Contaminación. En ese momento no se estableció ningún pla
trabajo para este grupo, que ulteriormente se ha disuelto.

c) GT 24. Estimación de la Producción Primaria en Condiciones Especiales (con PBI/PM) (SCOR, 1973a). Este Grupo de Trabajo examina en particular las aguas muy contaminadas y fuertemente eutróficas.

d) GT 29. Vigilancia en Oceanografía Biológica (con el ACMRR, la Unesco y el PBI/PM).

e) GT 42. Grupo de Trabajo para el Estudio de la Contaminación del Báltico [véase (12) b)]. Se ha examinado la posibilidad de un "Año Internacional para el Estudio de la Contaminación en el Mar Báltico".

f) GT 44. Transporte Troposférico de Contaminantes (con la IAPSO, el ACOMR y la IAMAP). El mandato y el nombre de este Grupo de Trabajo se modificaron en la 13a. Reunión General del SCOR, celebrada el 13 y el 16 de septiembre de 1976 durante la Asamblea Oceanográfica Conjunta, en Edimburgo (Escocia). El nuevo nombre propuesto es "Transporte Troposférico de Contaminantes y Estudios sobre Interfases". El mandato comprende: i) análisis de los conocimientos existentes en esta esfera y organización de un coloquio; ii) definición de métodos de observación adecuados; iii) planificación de un experimento cooperativo en el mar; y iv) formulación de métodos adecuados para estudiar y evaluar los resultados.

g) GT 46. Aporte de los Ríos a los Sistemas Oceánicos (con el ECOR, la IAHS, el ACMRR y la Unesco) [véase 1 (13)]. Se ha proyectado un seminario para mayo de 1978 en la Sede de la FAO, Roma, si se consiguen fondos.

2) Comité Científico de Investigaciones Antárticas (SCAR). El SCAR, que es otro órgano del CIUC, tiene un Grupo de Trabajo sobre los efectos de la exploración y explotación de recursos marinos sobre el medio antártico, que se reunió en Dallas, Texas (Estados Unidos de América) en febrero de 1977. Se ha previsto que el primer informe de este Grupo de Trabajo se distribuirá en septiembre de 1977.

3) Programa Biológico Internacional (PBI). Durante su periodo de más actividad (1965-1972), el PBI se ocupó de los problemas que plantea la contaminación del mar, entre otros medios. Su sección de productividad marina (PBI/PM) ha coordinado estudios sobre diferentes tipos de medios marinos, incluidos los afectados por el hombre. Se han publicado los resultados de muchos de esos estudios.

4) Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB). Este programa está coordinando proyectos, algunos de los cuales son semejantes a los realizados en virtud del PBI, pero su interés por el medio marino es algo periférico y está primordialmente centrado en los estuarios y otras zonas costeras, donde las actividades del hombre tienen más influencia.

Dentro del objetivo general del Programa MAB (MAB/Unesco, 1971) se han formulado algunos proyectos que comprenden los destinados a: i) identificar y evaluar los cambios en la biosfera producidos por las actividades del hombre y los efectos de esos cambios sobre el hombre; y ii) estudiar y comparar la estructura, el funcionamiento y la dinámica de ecosistemas naturales, modificados y ordenados.

Dentro del componente del Programa MAB dedicado al ecosistema acuático se está haciendo hincapié en las zonas del medio marino sobre las que el hombre ejerce el máximo efecto directo y viceversa, como los estuarios, los deltas y las zonas costeras (MAB/Unesco, 1972b). Los ecosistemas insulares, que son bastante excepcionales y tienen una gran influencia marina, son uno de los tipos especiales de zonas que se están estudiando en el Programa MAB (MAB/Unesco, 1973).

5) Estudio de Problemas Ambientales Críticos (SCEP). En los últimos años se han hecho varios estudios nacionales e internacionales sobre la influencia del hombre en el medio mundial. Uno de estos proyectos, patrocinados por el Massachusetts Institute of Technology tuvo lugar en Williamstown, Massachusetts, en julio de 1970, bajo el nombre de Estudio de Problemas Ambientales (SCEP). El informe SCEP (MIT, 1970) contiene una evaluación de los problemas con recomendaciones de actividades. Se examinaron los efectos ecológicos sobre la contaminación del agua de las sustancias transportadas por la atmósfera, así como de las procedentes de la costa y otros aportes de desechos antropogénicos al medio marino. También se examinaron los efectos climáticos de la contaminación atmosférica.

6) Estudio de la Influencia del Hombre sobre el Clima (SMIC). Reconociendo que quedan por resolver numerosos problemas relacionados con la atmósfera, el Massachusetts Institute of Technology, la Real Academia Sueca de Ciencias y la Real Academia Sueca de Ciencias de la Ingeniería,

organizaron un estudio sobre modificación involuntaria del clima, en Estocolmo, en julio de 1971. Un grupo de unos 50 especialistas en ciencias atmosféricas y en ciencias físicas y químicas cone- xas deliberaron durante un mes sobre problemas esenciales relacionados con los efectos de las ac- tividades del hombre en el clima. Este examen crítico de los problemas atmosféricos sirvió de base al informe sobre el estudio de la influencia del hombre en el clima (SMIC) (MIT, 1971), que definió los cambios que ocurren en la atmósfera e identificó los que están claramente asociados a las actividades del hombre.

7) Los Cambios Químicos de los Océanos - Coloquio Nobel 20. En agosto de 1971, la Funda- ción Nobel acogió el Coloquio Nobel 20 sobre los Cambios Químicos de los Océanos, dedicado en gran parte a la influencia del hombre sobre los medios atmosférico y marino (Dyrssen and Jagner 1972). De las deliberaciones de este coloquio, así como de otras reuniones similares, se despre de claramente que el hombre ejerce cierta influencia sobre la atmósfera y el medio marino, aunq su efecto no ha alcanzado todavía un nivel crítico. Algunos de los efectos del hombre están enmas carados por el "ruido de fondo" debido a las fluctuaciones normales del medio. Además, hay cie tos cambios naturales que son todavía superiores al efecto del hombre. En lo que se refiere a los efectos sobre la atmósfera, es evidente que la emisión de contaminantes procedentes de la utiliza- ción de combustibles fósiles por el hombre ha aumentado continuamente el dióxido de carbono atmo férico durante el último siglo. Todavía se discute si esto terminará produciendo un efecto pronu- ciado sobre el clima. En el medio marino, la entrada de hidrocarburos clorados ha producido gr des concentraciones de estos compuestos en los organismos marinos del mundo entero, con frecuencia a gran distancia del punto de entrada. Parece ser que una gran parte del transporte y la dispersión mundiales de tales compuestos tiene lugar inicialmente por la atmósfera y luego por las corrientes y otros procesos dispersivos en el mar. Se ha hecho una estimación de la influenc del hombre en el ciclo sedimentario mundial principal (Goldberg, 1972a).

8) Problemas Críticos de la Zona Costera. En mayo-junio de 1972 se celebró en la Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Mass. (Estados Unidos de América), un seminario sobre los problemas críticos de la zona costera (Ketchum, 1972). Se formularon recomendacion sobre investigación y control de la contaminación para prevenir una nueva degradación del ecosis tema de la zona costera.

9) Seminarios Dahlem sobre la naturaleza del agua del mar y los ciclos químicos mundiale En marzo de 1975 se celebró en Berlín (R.F. de Alemania) un seminario Dahlem para examinar detalle la naturaleza del agua del mar y los efectos del hombre en la química de los océa (Goldberg, 1975). En el Seminario Dahlem sobre ciclos químicos mundiales y su alteración por hombre, celebrado en Berlín en noviembre de 1976, se analizó la intervención del hombre en la mósfera y sus efectos en el clima. La modificación del ciclo mundial del carbono parece estar trechamente relacionado con la utilización de combustibles fósiles, que ha producido un aumen el dióxido de carbono atmosférico de 16 ppm (partes por millón), desde 311 ppm en 1957 hasta ppm en 1975 (Bolin, 1977).

10) Asociación Internacional de Investigaciones sobre la Contaminación del Agua (IAWPR La IAWPR organiza de un modo continuo conferencias internacionales cada dos años sobre inve gaciones de la contaminadión del agua, la primera de las cuales se celebró en Londres (Inglate en 1962 (Pearson, 1964). Como abarca una amplia gama de actividades de investigación sobre contaminación del agua, la IAWPR dedica una atención limitada a los problemas marinos (Jen 1971). La séptima Conferencia de la IAWPR se celebró en París en septiembre de 1974 y la oc va, en Sydney (Australia) en octubre de 1976. La novena conferencia de la IAWPR se cel rá en Suecia en 1978. Los documentos presentados en esas conferencias se publican en la col ción Advances in Water Pollution Research. La IAWPR patrocina de vez en cuando conferenc especializadas, tales como la Conferencia sobre el fósforo en el agua dulce y en el medio mar (Londres, 1972), la Conferencia sobre el nitrógeno como contaminante del agua (Copenha Dinamarca, 18-20 de agosto de 1975) y la Conferencia especializada sobre ordenación de cue fluviales (Essen, R.F. de Alemania) 12-16 de septiembre de 1977). Los documentos de estas ferencias especializadas se publican en Progress in Water Technology y en Water Research.

11) Coloquio Internacional sobre Hidrodinámica Oceánica. En Lieja (Bélgica) se celebr riódicamente coloquios internacionales sobre hidrodinámica oceánica. Del 2 al 11 de mayo de se celebró en la Universidad de Lieja el noveno Coloquio internacional de Lieja sobre hidrodi ca oceánica, relativa a los estuarios (Nihoul, 1977). Aunque estos coloquios son esencialm debates de matemática aplicada a la hidrodinámica, proporciona una gran parte de la base te de los complejos problemas de dilución, dispersión y transporte de contaminantes en el mar.

12) Coloquios de la Asociación Internacional de Ciencias Físicas del Océano (IAPSO). La IAPSO organizó, junto con la Asociación Internacional de Meteorología y Física Atmosférica (IAMAP) y la Asociación Internacional de Vulcanología y Química del Interior de la Tierra (IAVCEI), un coloquio interdisciplinario sobre la contaminación del mar durante la XVI Asamblea General de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG), que se celebró en Grenoble (Francia) del 25 de agosto al 6 de septiembre de 1975 (Anon, 1976). El Comité Consultivo Científico de la IAPSO sobre aspectos físicos y químicos de la dispersión de sustancias naturales y artificiales y del calor en los océanos y mares, formado en la XVI Asamblea General, está preparando un coloquio sobre los procesos de transferencia de contaminantes en las capas de la superficie y el fondo de los océanos durante la XVII Asamblea General de la UIGG, que se celebrará en Canberra (Australia), en diciembre de 1979.

13) Coloquios Internacionales sobre Contaminantes Acuáticos. Del 8 al 10 de abril de 1974 se celebró en Athens, Georgia (Estados Unidos de América) el primer Coloquio Internacional sobre transformación e identificación de contaminantes acuáticos, organizado por la Environmental Protection Agency de los Estados Unidos. El segundo Coloquio internacional sobre contaminantes acuáticos, patrocinado por varios organismos gubernamentales y universidades se celebrará en Noordwijkerhout, Amsterdam (Países Bajos) del 26 al 28 de septiembre de 1977. Se examinan en detalle, mediante la presentación de resultados de investigaciones de laboratorio y sobre el terreno, los problemas relativos a la identificación y medición de varios tipos de contaminantes, la transferencia de contaminantes entre los distintos componentes del ecosistema y su transformación y los efectos de los contaminantes sobre el medio acuático y su biota.

3. Actividades regionales

Se han realizado varios estudios regionales sobre problemas de la contaminación del mar, particularmente en el Mediterráneo, en el Mar Báltico y en el Mar del Norte [véanse las secciones 1 (11) y 1 (12)].

El 1 y 2 de junio de 1976 se celebró en Ginebra la cuarta Reunión Interinstitucional sobre problemas ambientales en la región europea, convocada por las Secretarías del PNUMA y la CEPE (Comisión Económica para Europa). En la sección de este informe dedicada a la contaminación del mar se ha señalado que hubo un acuerdo general para celebrar una reunión interinstitucional sobre el medio marino. Se acordó que la COI, en consulta con el ICES, organizaría esta reunión en 1977.

a) Mar Báltico, Mar del Norte y Atlántico Noreste. Bajo los auspicios del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES) se han preparado estudios sobre el estado de la contaminación en el Mar Báltico y el Mar del Norte (ICES, 1979, 1970a). En las reuniones anuales del ICES se celebran con frecuencia coloquios sobre diversos temas relativos al medio marino y, en particular, sobre los efectos de las numerosas actividades del hombre en los recursos pesqueros del Mar Báltico y el Mar del Norte. Bajo los auspicios del ICES se celebró en Aarhus (Dinamarca), en julio de 1972, un coloquio sobre los procesos físicos que producen la dispersión de contaminantes en el mar con especial referencia a la zona próxima a la costa (Kullenberg and Talbot, 1974). El ICES coordina a veces programas de investigación científica, tales como el vasto experimento de vertido de colorantes (RHENO) realizado en 1965 en el Mar del Norte para estudiar la difusión (ICES, 1973a).

Desde hace algún tiempo existe un Grupo de Trabajo para el Estudio Internacional de la Contaminación en el Mar del Norte y de sus Efectos sobre los Recursos Vivos y su Explotación, que ha publicado recientemente un informe cooperativo sobre su labor (ICES, 1973b, 1974a). Este Grupo de Trabajo ha coordinado la intercalibración en los laboratorios nacionales de las técnicas analíticas para la medición de los contaminantes en el mar, así como un reconocimiento de referencia. El Grupo de Trabajo recomendó (ICES, 1973b), entre otras cosas: i) un estudio detallado de la entrada de contaminantes en el mar para determinar el flujo de contaminantes procedentes de los estuarios, los fiordos, las alcantarillas marinas, etc., en condiciones hidrográficas normales y anormales; ii) programas nacionales permanentes de vigilancia; iii) estudios sobre todos los aspectos de importancia biológica de la concentración de contaminantes en los peces, en los moluscos y en el medio marino; y iv) en vista de la intensa actividad de exploración y explotación del petróleo en el Mar del Norte, estudios intensificados sobre los efectos del petróleo en el medio marino. Se ha finalizado un estudio sobre la entrada de contaminantes durante el año 1972 y un estudio sobre la concentración de contaminantes en los recursos vivos de la zona a base de muestras tomadas en 1973 (ICES, 1974a). Durante los años 1973-1975 se vigilaron las mismas sustancias y es probable

que se prosiga esta actividad. El Grupo de Trabajo actúa también como asesor del Grupo de Trabajo sobre Vigilancia de la Comisión de Oslo, que está encargado de proporcionar información básica para la administración de la Convención de Oslo sobre el Vertido de Desechos en el Mar (Norway, 1972).

Debido a las competencias de la Comisión de Oslo en el Atlántico Noreste, se extendieron los estudios en el Mar del Norte para abarcar la totalidad de la zona de la Comisión y se consiguió la cooperación de los países miembros del ICES situados en la orilla occidental del Atlántico. Se han finalizado amplios estudios sobre la entrada de contaminantes y su concentración en los recursos marinos. Con participación de laboratorios de Norteamérica se ha hecho la intercalibración para un reconocimiento de los metales pesados "disueltos" en el agua del mar. En 1977 se publicará un estudio sobre los métodos disponibles para evaluar los efectos biológicos de los contaminantes realizado por un Subgrupo sobre la viabilidad de vigilar dichos efectos del Grupo de Trabajo del ICES sobre Estudios de Referencia y Vigilancia de la Contaminación en las zonas de la Comisión de Oslo y de la ICNAF. En 1975 se celebró en Aberdeen (Escocia) un coloquio sobre hidrocarburos en el medio marino. Se ha preparado un plan noruego-americano para intercalibrar el análisis de hidrocarburos en el agua del mar, con miras a una futura vigilancia. En una reunión de especialistas celebrada en agosto de 1976 se estudiaron las posibilidades de vigilar los contaminantes en los sedimentos.

Desde 1957, el grupo de "Oceanógrafos bálticos" estudia el Mar Báltico mediante un programa en el que participan científicos de todos los países ribereños (Fonselius, 1970). Los "Biólogos marinos del Báltico" es un grupo similar de biólogos internacionales formado hace algunos años, que estudia las características biológicas del Mar Báltico. Otros grupos de carácter más local, como el Comité sobre Contaminación del Oresund (Dinamarca y Suecia) y el Comité sobre Contaminación del Golfo de Finlandia (Finlandia y URSS), centran su labor en sectores específicos del Báltico. Como se ha dicho anteriormente, también existe un Grupo de Trabajo ICES/SCOR sobre la Contaminación en el Báltico (IOC, 1973b).

Bajo los auspicios de la División de Asuntos Científicos de la Organización del Tratado del Atlántico Norte, se han celebrado conferencias sobre los problemas de la contaminación en el Mar del Norte (Goldberg, 1973), así como en otras zonas costeras de Europa. Se han formulado recomendaciones para hacer estudios intensivos en esas regiones y preparar modelos matemáticos que permitan hacer predicciones (NATO, 1973). En junio de 1975 se celebró en Ostende (Bélgica) un coloquio sobre un estudio experimental de los mares continentales (llamado anteriormente Coloquio NATO/CCMS sobre la contaminación costera), que examinó diversos efectos del hombre sobre la zona costera (NATO, en prensa).

b) Mar Mediterráneo. También se están haciendo estudios regionales en el Mediterráneo, donde se considera grave el peligro de contaminación en ciertas zonas (Ritchie-Calder, 1972). Las Investigaciones Cooperativas en el Mediterráneo (CIM) (Joseph, 1970), iniciadas por la COI, la Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mar Mediterráneo (ICSEM) y el Consejo General de Pesca de la FAO para el Mediterráneo (GFCM/FAO) están coordinadas actualmente por el Grupo Mixto COI-ICSEM-GFCM de Coordinación Técnica (GCT). En 1969, el GFCM formó un Grupo Especial de Trabajo sobre la contaminación en el Mediterráneo y sus efectos sobre los recursos vivos y la pesca que, junto con la ICSEM, preparó un informe sobre el estado de la contaminación del mar en el Mediterráneo y los controles legislativos (GFCM, 1972). El Grupo de Trabajo antedicho adquirió carácter permanente y, una vez finalizado el informe, preparó planes para estudios de referencia sobre los contaminantes en las especies de interés comercial y sobre los efectos ecológicos de la contaminación en el Mediterráneo.

Recientemente se han celebrado varias reuniones y consultas sobre la protección de los recursos vivos y la pesca contra la contaminación en el Mediterráneo (FAO, 1974c). En septiembre de 1974 se celebró en Mónaco una Reunión Internacional de Trabajo sobre la Contaminación Marina en el Mediterráneo, convocada por la COI, el EGPM y la CIECM, con la ayuda financiera del PNUMA (IOC, 1975f). En la reunión se propuso un programa de investigación y vigilancia de la contaminación del mar en el Mediterráneo. Del 28 de enero al 4 de febrero de 1975 se celebró en Barcelona, bajo los auspicios del PNUMA, una reunión intergubernamental sobre la protección del Mediterráneo, en la que se preparó un proyecto de convención para la protección del Mediterráneo. El Plan de Acción aprobado en esta reunión comprendía un componente científico que constituye ahora el Programa conjunto coordinado del PNUMA para la investigación y vigilancia de la contaminación en el Mediterráneo. Del 2 al 16 de febrero de 1976 se celebró en Barcelona una conferencia de plenipotenciarios de los Estados ribereños del Mediterráneo en la que se aprobó la Convención antedicha.

Una reunión celebrada en Msida (Malta) en septiembre de 1975, bajo los auspicios de la COI, la OMM y el PNUMA, trazó los planes de operaciones para dos proyectos experimentales: uno sobre estudios de referencia y vigilancia del aceite y los hidrocarburos del petróleo en el agua del mar y otro sobre los problemas del transporte costero de contaminantes. Del 23 de junio al 5 de julio de 1975 se celebró en Roma la Consulta de Expertos FAO (GFCM)/PNUMA sobre el Proyecto conjunto coordinado relativo a la contaminación en el Mediterráneo, seguida por la Consulta de expertos OMS/PNUMA sobre el programa de control de la calidad del agua costera en el Mediterráneo (Ginebra, 15-19 de diciembre de 1975). El propósito de estas reuniones fue trazar los planes de operaciones para cuatro proyectos que serán coordinados por la FAO y uno que será coordinado por la OMS. Los proyectos del Programa conjunto coordinado FAO/PNUMA sobre la contaminación en el Mediterráneo son: 1) Investigación de los efectos de los contaminantes en las comunidades y los ecosistemas marinos, 2) Estudios de referencia y vigilancia de metales, particularmente el mercurio, en los organismos marinos, 3) Estudios de referencia y vigilancia del DDT, los PCBs y otros hidrocarburos clorados en los organismos marinos y 4) Investigación de los efectos de los contaminantes en los organismos marinos y sus poblaciones. El proyecto OMS/PNUMA se titula: Control de la calidad del agua costera.

Los proyectos experimentales están siendo ejecutados primordialmente por laboratorios nacionales designados por las autoridades de cada país. Se están haciendo ejercicios de intercalibración y publicando directrices técnicas.

En las siguientes reuniones se hicieron revisiones intermedias de esos proyectos: 1) Revisión y consulta intermedia de expertos COI-OMM-PNUMA (Barcelona, 23-27 de mayo de 1977), 2) Revisión y consulta intermedia de expertos OMS/PNUMA (Roma, 30 de mayo-3 de junio de 1977) y 3) Consulta de expertos intermedia para el Programa conjunto coordinado sobre la contaminación en el Mediterráneo, patrocinada por FAO(GFCM)/PNUMA (Dubrovnik, Yugoslavia, 2-14 de mayo de 1977).

Ulteriormente se han añadido otros cuatro proyectos experimentales al Programa conjunto coordinado de investigación y vigilancia de la contaminación en el Mediterráneo. El OIEA y el PNUMA están colaborando en: 1) Intercalibración de técnicas analíticas; 2) Servicios de mantenimiento de instrumentos analíticos; y 3) Biogeociclo de los contaminantes en aguas abiertas del Mediterráneo (con la COI); mientras que la OMS, el OIEA, la Unesco y la CEPE están colaborando en 4) Contaminantes de origen terrestre.

c) Mar Caribe. La mayor parte de los estudios en esta región se han hecho en el Golfo de México y consisten en investigaciones sobre oceanografía física, oceanografía química y ordenación pesquera. Muchas de las investigaciones marinas internacionales han sido coordinadas por la COI en el marco de las Investigaciones Cooperativas en el Caribe y Regiones Adyacentes (CICAR), que se espera sean proseguidas por la nueva Asociación de la COI para el Caribe y Regiones Adyacentes (IOCARIBE). En el Golfo de México se está haciendo un importante estudio de referencia sobre la concentración y distribución de determinados metales e hidrocarburos del petróleo en la biota y en los sedimentos marinos. Este proyecto se debe a la preocupación por el efecto potencial de la explotación de petróleo y de gas en las aguas costeras del Golfo de México.

Del 13 al 17 de diciembre de 1976 se celebró en Puerto España (Trinidad y Tabago) una Reunión Internacional de Trabajo sobre la Contaminación Marina del Mar Caribe y Regiones Adyacentes organizada por la COI en colaboración con la Comisión de Pesca del Atlántico Centro-Occidental (WECAFC) de la FAO y con el PNUMA (IOC, 1976f). Se propusieron siete proyectos experimentales, con inclusión de estudios de referencia y de vigilancia y de un proyecto sobre efectos de los contaminantes, especialmente las aguas residuales domésticas e industriales, en los ecosistemas tropicales de importancia económica. Se espera que estos proyectos se incorporen a un plan de acción regional del PNUMA análogo al plan de acción para el Mediterráneo.

d) Indo-Pacífico. El Proyecto FAO/PNUD de desarrollo y coordinación de la pesca en el Mar de China Meridional y ciertas actividades de la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (ESCAP) tienen componentes de contaminación del Mar Caribe. Sin embargo, no hay en la región ningún programa importante internacionalmente coordinado de investigación y vigilancia de la contaminación del mar. Del 7 al 13 de abril de 1976 se reunió en Penang (Malasia) una Reunión Internacional de Trabajo sobre la Contaminación Marina en aguas de Asia Oriental, convocada por la COI junto con el Consejo de Pesca del Indo-Pacífico (IPFC) y el PNUMA (IOC, 1976d). Se examinó el estado de los conocimientos sobre la contaminación del mar y se propusieron cuatro proyectos regionales,

junto con tres o cuatro proyectos subregionales en cada una de las seis subzonas. Se espera que el informe de este seminario sea uno de los documentos que se someterán a una reunión intergubernamental propuesta de acuerdo con la pauta básica establecida por el Mediterráneo.

En julio de 1977 se celebró en Numea (Nueva Caledonia), bajo los auspicios de la COI, una reunión especial del Grupo de Expertos en futuros programas y cooperación en la región del Pacífico Occidental.

La Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) está organizando un seminario internacional sobre la contaminación del mar en el Pacífico Suroeste, con el apoyo de la COI, la FAO y posiblemente el PNUMA. Todavía no se ha fijado la fecha de este seminario.

e) Mar Rojo y Golfo de Adén. En noviembre-diciembre de 1975 se reunió en Jeddah (Arabia Saudita) un Grupo Intergubernamental de expertos de los Estados árabes ribereños del Mar Rojo y Etiopía, convocado por la Organización de la Liga Arabe para la Educación, la Cultura y la Ciencia (ALECSO), con el apoyo del PNUMA, Se preparó un plan de acción para la protección del medio en el Mar Rojo y se aprobó el plan general de un programa regional para el estudio del medio en el Mar Rojo y el Golfo de Adén. En la segunda reunión de Jeddah, convocada por la ALECSO y el PNUMA (12-18 de enero de 1976) se preparó un proyecto de convención junto con dos protocolos para la protección del medio en el Mar Rojo y el Golfo de Adén. En esa ocasión se aprobó también un programa científico regional de estudios ambientales, incluidas la investigación y vigilancia de la contaminación. El plan a corto plazo de este programa comprende dos proyectos experimentales: i) estudio de referencia y vigilancia del petróleo en el agua del mar y ii) efectos del petróleo en los organismos marinos y sus ecosistemas. También se propuso la vigilancia de la contaminación radiactiva en el Mar Rojo y el Golfo de Adén, tanto en el agua del mar como en la atmósfera, la lluvia, el suelo y la cadena alimentaria marina. El plan a largo plazo del programa científico regional tiene por objeto vigilar los contaminantes y sus efectos en los organismos marinos y sus ecosistemas, siguiendo las directrices establecidas para los proyectos experimentales del Mediterráneo.

Para coordinar las actividades del programa se establecerá en Jeddah un centro oceanográfico regional. También habrá un centro regional de datos y una colección de referencia de biología marina.

f) Golfo Pérsico y Golfo de Omán. En una reunión de expertos de la Unesco celebrada en París del 11 al 14 de noviembre de 1975 se examinó el estado de las ciencias del mar en la región del Golfo. Una misión interinstitucional de observación visitó todos los países ribereños del Golfo Pérsico del 26 de marzo al 19 de mayo de 1976 para estudiar los efectos del desarrollo costero. Se está preparando un plan de acción para la protección y el desarrollo del Golfo Pérsico. El PNUMA organizó en avril de 1977 en Bahrein una consulta regional de expertos, seguida de una reunión de expertos en junio de 1977 en Nairobi para examinar el plan de acción y asesorar sobre su desarrollo ulterior. En enero de 1978 se celebrará en Kuwait una reunión intergubernamental para examinar el plan de acción y llegar a un acuerdo sobre él. En octubre de 1976 un grupo de trabajo interinstitucional formuló directrices para un proyecto de acuerdo regional de cooperación en la protección del medio marino.

g) Otros estudios regionales. Otros estudios regionales coordinados por la COI podrían participar en ciertos aspectos de la investigación y vigilancia de la contaminación del mar, por ejemplo, el Estudio Cooperativo del Kurosivo y Regiones Adyacentes (CSK) y las Investigaciones Cooperativas en la Parte Norte del Atlántico Centro-Oriental (CINECA). El Comité de Trabajo de la COI para la GIPME ha pedido a los órganos consultivos científicos de la COI y al Comité Científico de Investigaciones Antárticas del CIUC que determine el interés y la necesidad de un seminario sobre la contaminación del mar en el Océano Austral. Las naciones que tienen intereses comunes por los problemas de las aguas frías y el hielo han realizado estudios árticos y antárticos en colaboración. Algunos de estos programas conjuntos se están ampliando para incluir problemas ambientales, particularmente al iniciarse la explotación de petróleo y de gas en el Artico.

Los Estados Unidos de América, el Canadá y el Japón han hecho estudios desde 1954 en el Pacífico Subártico sobre el medio marino y las especies de peces de interés comercial, particularmente el salmón del Pacífico, en el marco de la Comisión Internacional de Pesca del Pacífico Norte. Sin embargo, esos estudios no han incluido la contaminación del mar en sí mismo.

4. Estudios nacionales de importancia mundial

Ha habido varios programas nacionales sobre la contaminación del mar que se consideran de importancia mundial. Ante todo, los estudios de los Estados Unidos sobre la distribución de los radionúclidos precipitados a causa de las pruebas de armas atómicas en el Pacífico durante los años 40, 50 y 60 dieron una primera idea de la dispersión mundial de los desechos radiactivos por la estratosfera (NAS, 1971a). Esto fue seguido de estudios sobre la entrada y la dispersión de radionúclidos en el medio acuático procedentes de los reactores nucleares de los Estados Unidos de América, donde los efluentes radiactivos de Hanford Works, en el Estado de Washington, se vertían en el río Columbia que desemboca en el Pacífico Noreste (Pruter and Alverson, 1972), y del Reino Unido, donde los efluentes de Windscale Works, en la costa de Cumberland, se vierten en el Mar de Irlanda (Preston, 1974).

Más recientemente, la tragedia de Minamata por intoxicación de personas con mercurio dio lugar a estudios intensivos de la contaminación por mercurio en las aguas costeras del Japón, junto con otras investigaciones sobre el medio ambiente (Japan Environmental Agency, 1975). Estos problemas han tenido una influencia mundial en la medida en que han suscitado suficiente preocupación por observar la contaminación con metales tanto en la atmósfera como en el océano en muchas partes del mundo.

El hallazgo de DDT en los organismos marinos y los defectos en la reproducción de las aves frente a la costa de California han dado origen a investigaciones mundiales de este plaguicida organoclorado. Su dispersión mundial ha hecho pensar en una dispersión más rápida que la que sería posible por el caudal fluvial y las alcantarillas costeras. Se reconoció finalmente que el mecanismo de la transmisión atmosférica es un modo rápido de dispersión mundial.

El descubrimiento en Suecia de que los PCBs están tan ampliamente distribuidos en el medio como el DDT y sus productos de degradación estimuló las investigaciones sobre este producto químico organoclorado industrial en muchas partes del océano mundial. El hecho de que sea persistente, bioacumulado en los organismos marinos y sumamente tóxico fueron suficientes causas de preocupación. Se ha investigado su presencia en los diversos componentes de la red alimentaria marina en aguas costeras y oceánicas tanto del Atlántico como del Pacífico.

En los Estados Unidos de América se han reunido varias conferencias y seminarios bajo los auspicios de la National Academy of Sciences, National Research Council y la National Academy of Engineering para examinar el problema de la contaminación del mar. A finales de los años 50 y a comienzos de los 60, varios grupos de trabajo hicieron estudios, tanto en la costa oriental como occidental de los Estados Unidos de América, sobre el problema de la evacuación en el mar de desechos radiactivos de baja intensidad procedentes de la tierra (NAS-NRC, 1959a, 1962) y de los submarinos nucleares (NAS-NRC, 1959b). Tales estudios indujeron cierto grado de control nacional en los Estados Unidos sobre la inmersión de desechos radiactivos en el océano y proporcionaron un mejor conocimiento de la contaminación radiactiva en el medio marino (NAS, 1971a).

El Comité de Oceanografía de la National Academy of Sciences estableció en la primavera de 1970 un grupo de expertos en vigilancia de los plaguicidas permanentes en el medio marino, a fin de estudiar el efecto del DDT y otros hidrocarburos clorados sobre dicho medio y de proponer medidas basadas en sus conclusiones. El Grupo de Expertos se reunió en Williamstown, Massachusetts, en julio de 1970, y preparó un informe (NAS, 1971b). Las recomendaciones sobre investigación incluían estudios sobre las cantidades de cada hidrocarburo clorado contaminante que penetran en el medio marino y determinaciones de referencia de la distribución de los contaminantes entre los componentes del medio marino, seguidas de un programa de vigilancia de las tendencias a largo plazo.

Aunque el Decenio Internacional de Exploración Oceánica (IDOE) ha sido en gran parte una iniciativa de los Estados Unidos, la COI lo ha aceptado como un importante elemento de su Programa Ampliado a Largo Plazo de Investigación y Exploración Oceánicas. Bajo los auspicios de la National Science Foundation (NSF) se estableció una Oficina del IDOE y se fijaron seis objetivos, el primero de los cuales era: "Preservar el medio oceánico acelerando las observaciones científicas del estado natural del océano y sus interacciones con la margen costera, a fin de proporcionar una base para a) evaluar y predecir las modificaciones inducidas por el hombre y naturales del carácter de los océanos, b) determinar los efectos dañinos o irreversibles de la evacuación de desechos en el mar y c) comprender la interacción de varios niveles de seres marinos a fin de tomar medidas

que impidan el agotamiento o la extinción de especies valiosas como resultado de las actividades del hombre". A petición de la Oficina del IDOE de la NSF y bajo los auspicios del Comité de Ciencias Oceánicas del Ocean Affairs Board de la National Academy of Sciences - National Research Council, se hizo un estudio especial en Durham, New Hampshire (Estados Unidos de América), en agosto de 1971. En el informe publicado sobre ese estudio (NAS-NRC, 1971) se examinan cinco grandes sectores de problemas: 1) identificación de los principales contaminantes reconocidos y no reconocidos, de sus fuentes y de sus ritmos de entrada; 2) delineación de los procesos que influyen en la dispersión de esos contaminantes; 3) investigación de la transferencia geoquímica y biológica de elementos o compuestos críticos en el océano; 4) determinación de los efectos de los contaminantes en los organismos, con inclusión del hombre; y 5) determinación de los lugares de depósito final de elementos y compuestos específicos en el medio oceánico. El informe tenía por objeto poner de relieve los sectores de investigación que el grupo consideraba importantes para nuevos estudios.

De los exámenes realizados se desprendía claramente que no había datos suficientes para formular programas de investigación a largo plazo de los problemas de la contaminación en el medio marino. Para colmar esta deficiencia del conocimiento, la Oficina del IDOE de la National Science Foundation patrocinó un Programa de Adquisición de Datos de Referencia. En este estudio de un año de duración participaron científicos de los Estados Unidos y del extranjero y se hicieron mediciones en una amplia gama de organismos marinos y de muestras de sedimentos y del agua superficial. Los resultados de las mediciones de metales pesados, hidrocarburos halogenados e hidrocarburos del petróleo obtenidos durante los estudios de referencia se resumieron en un volumen preliminar (Goldberg, 1972b), que sirvió de base de estudio a los participantes en la Conferencia sobre Datos de Referencia del IDOE (Nueva York, mayo de 1972). El informe de esta Conferencia (Goldberg, 1972c) contenía una evaluación de los problemas tal como se identificaron durante el periodo 1970-1972. Se llegó a la conclusión de que "la contaminación fácilmente identificable del océano abierto por hidrocarburos halogenados sintéticos (tales como los PCBs y el DDT y sus metabolitos) y los hidrocarburos del petróleo constituye potencialmente un problema de interés mundial". Una de las recomendaciones formuladas proponía: "que se emprendiera inmediatamente un programa permanente de investigación para determinar las entradas, las vías de dispersión y las concentraciones actuales de hidrocarburos halogenados sintéticos e hidrocarburos del petróleo en plantas y animales representativos de la zona costera y el océano abierto con los objetivos de evaluar los peligros para los procesos vitales y definir las fuentes de esos materiales. Simultáneamente y con gran prioridad deberían ampliarse las investigaciones en los laboratorios biológicos para evaluar los efectos de las concentraciones existentes de esas sustancias sobre los organismos vivos".

Después del Programa de Adquisición de Datos de Referencia, se inició en 1972 el Programa sobre la Transferencia de Contaminantes con los siguientes objetivos: 1) identificar las vías y los mecanismos de transferencia importantes; 2) evaluar los principales factores ambientales que influyen en los procesos de transferencia; y 3) formular los principios que rigen la transferencia de contaminantes. El 11 y 12 de enero de 1974 se celebró en Port Aransas, Texas, un seminario sobre transferencia de contaminantes a fin de evaluar los resultados obtenidos durante los dos primeros años (1972-1974) por los investigadores del programa sobre transferencia. Se obtuvieron informaciones detalladas sobre el transporte de indicios de metales, PCBs, DDT e hidrocarburos del petróleo, pero los participantes en el seminario reconocieron que el programa estaba todavía en una fase bastante embrionaria para poder deducir conclusiones significativas (Duce et al., 1974).

De la reunión de Durham surgieron varios programas de vigilancia junto con la propuesta de un Experimento de Contaminación Controlada de Ecosistemas (CEPEX) que se inició durante el verano de 1973 en Saanich Inlet, Columbia Británica (NSF, 1973). Se trata de un programa interdisciplinario de investigaciones en grandes silos de materia plástica invertidos, o invernaderos submarinos, realizados por químicos, zoólogos, botánicos, microbiólogos y matemáticos especializados en la preparación de modelos sobre los efectos de los metales pesados y los hidrocarburos en la cadena alimentaria marina en condiciones experimentales controladas y mantenidos in situ de la manera más parecida posible al medio natural. En el experimento participan varias instituciones de los Estados Unidos, el Canadá y el Reino Unido, y la Oficina del IDOE de la National Science Foundation de Washington, D.C. le presta su apoyo.

Un objetivo primordial del experimento es determinar si los organismos bentónicos son más sensibles a los contaminantes que los organismos litorales y, por lo tanto, si requieren más protección contra la contaminación. Se espera que este experimento permita comprender mejor los

efectos de los metales y otros contaminantes sobre los diferentes niveles tróficos, así como su circulación por la cadena alimentaria marina en condiciones experimentales lo más parecidas posible a las que existen en la naturaleza. Un conocimiento más preciso de los eslabones débiles de la cadena alimentaria, que son afectados más que otros por determinados contaminantes, permitirá regular mejor la evacuación de desechos y proteger de una manera más eficaz los recursos renovables del mar.

Con la Ley de 1972 sobre Protección, Investigación y Santuarios Marinos, los Estados Unidos de América han promulgado la legislación para controlar la inmersión de desechos en los océanos. Del 9 al 13 de septiembre de 1974 se reunió en Woods Hole, Massachusetts, un grupo especial de expertos del Comité de Ciencias Oceánicas del Ocean Affairs Board de la Commission on Natural Resources del National Research Council de los Estados Unidos. Los participantes en el seminario examinaron e integraron la información científica y técnica disponible sobre la evacuación de desechos en el océano a fin de formular principios aplicables a la vigilancia y la regulación de esta práctica (NAS, 1976). Se identificaron las lagunas de información existentes en aspectos tales como la dispersión en el mar y la transferencia mar-aire de contaminantes.

Reconociendo la necesidad de técnicas analíticas normalizadas para medir los contaminantes en el medio, el Consejo Nacional de Investigaciones del Canadá, con el apoyo de varias organizaciones científicas interesadas, celebró un Coloquio internacional sobre identificación y medición de los contaminantes del medio en Ottawa (Canadá), en junio de 1971 (Hoffman, 1971). Se examinaron algunos de los problemas que plantea el análisis de los contaminantes del mar.

En octubre de 1972 se celebró en California un seminario patrocinado por la National Oceanic and Atmospheric Administration del Departamento de Comercio de los Estados Unidos, a fin de examinar un programa nacional de vigilancia de la contaminación del mar (Goldberg, 1972d). Se prestó especial atención a la selección de los lugares de muestreo y a las técnicas de toma de muestras. Se examinaron detalladamente los análisis por métodos sensibles normalizados de componentes inorgánicos y orgánicos, considerados contaminantes críticos. Este estudio se ha ampliado y actualizado con las necesidades presentes en materia de vigilancia del mar (Goldberg, 1976a).

El problema de la contaminación por petróleo se vislumbra en el horizonte con más gravedad que nunca, debido a la proliferación de la industria petrolera en las plataformas continentales de todo el mundo y el creciente transporte de petróleo por el océano con barcos cada vez mayores. El desastre del TORREY CANYON sigue vivo en la memoria con sus imágenes de contaminación y devastación de las playas del sur de Inglaterra y de la costa septentrional de Francia por petróleo y productos químicos de limpieza. Algunos de los estudios realizados en esa ocasión y durante el derrame de petróleo en Santa Bárbara, California, han proporcionado valiosa información sobre los efectos ecológicos de la contaminación por petróleo y por dispersantes (Smith, 1968; Holme, 1969). Varios investigadores de los Estados Unidos de América, entre los que cabe citar a North (1967), Ketchum (1972), Blumer (1969, 1971), Erhardt y Blumer (1972) y Blumer et al. (1973), han estudiado los problemas ecológicos de la contaminación por petróleo. En varios coloquios, seminarios y conferencias celebrados recientemente tanto en Europa como en Norteamérica se ha estudiado la contaminación por petróleo como asunto de cierta urgencia (Hoult, 1969); NATO, 1970; API, 1970, 1975; Cowell, 1971; FAO, 1971b; Peters, 1974; NAS, 1975a, 1975b).

Los problemas de la contaminación del medio por metales han recibido gran atención desde el episodio de Minamata, como se refleja en las conferencias internacionales celebradas recientemente sobre el tema (Krenkel, 1975; Ward, 1975). Algunos de los problemas biológicos que plantea la contaminación del mar por metales pesados fueron examinados por Waldichuk (1974b) en un coloquio sobre los efectos de la contaminación en la ecología fisiológica de los organismos de las aguas estuarinas y costeras, que se celebró en la Universidad de Carolina del Sur, Georgetown, S.C. (Estados Unidos de América) del 14 al 17 de noviembre de 1973 (Vernberg and Vernberg, 1974). Este coloquio fue seguido por otro que examinó las respuestas fisiológicas de la biota marina a los contaminantes, incluidos los metales (Vernberg et al., 1977). Los científicos del Fisheries Radiobiological Laboratory de Lowestoft (Inglaterra) han vigilado durante más de un decenio determinados metales pesados en las aguas costeras que circundan las Islas Británicas (Preston et al., 1972). Tiene cierta importancia que esos estudios hayan demostrado que se han producido muy pocos cambios desde 1960 a 1970 en el número de zonas contaminadas y en la intensidad de la contaminación por metales pesados (Preston, 1973). Los estudios toxicológicos en organismos marinos de los estuarios contaminados del Reino Unido han demostrado la aparición de tolerancia a los metales entre ciertas especies (Bryan, 1974).

Se ha reconocido que la atmósfera es una de las vías importantes para la transferencia de ciertos contaminantes desde la tierra al mar. Así se comprobó en el Programa del IDOE sobre transferencia de contaminantes (Duce et al., 1974). La National Academy of Sciences de los Estados Unidos patrocinó un seminario sobre transporte troposférico de contaminantes a los océanos, que se celebró en Miami, Florida, del 8 al 12 de diciembre de 1975 (NAS, 1977).

El Biologische Anstalt de Helgoland (R.F. de Alemania) patrocina aproximadamente cada dos años desde 1963 coloquios internacionales dedicados a algún aspecto del ecosistema marino. En los coloquios más recientes se han tenido en cuenta los efectos del hombre. El quinto coloquio, celebrado en septiembre de 1972 se tituló "El hombre en el mar: estudios in situ sobre la vida de los océanos y en las aguas costeras". El sexto coloquio internacional de Helgoland, que se celebró del 26 de septiembre al 1º de octubre de 1976, versó sobre el tema "Investigación de ecosistemas". Los dos temas principales examinados en el programa oficial fueron: i) ecosistemas del mar y de las pequeñas masas de agua naturales; ii) cultivos de especies múltiples y microcosmos artificiales. En sesiones no oficiales se examinaron en profundidad otros temas especiales. Las actas de estos coloquios se publican en la revista "Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen", en cuyo Volumen 24 (1973) se ha publicado el quinto coloquio.

En los Estados Unidos, el Programa MESA (Análisis de Ecosistemas Marinos) de la National Oceanic and Atmospheric Administration del Departamento de Comercio tiene por objeto adquirir un conocimiento profundo del ecosistema marino y de los efectos de las actividades del hombre sobre él. En este programa se están investigando tres zonas de interés: i) La Ensenada de Nueva York; ii) el Puget Sound; y iii) el Pacífico Noreste. En la Ensenada de Nueva York se están investigando los efectos ecológicos de la evacuación de diversos tipos de desechos durante muchas décadas. El Puget Sound se ha elegido para este estudio por ser una zona relativamente inalterada. En el Pacífico Noreste, el Estudio ecológico de la minería en alta mar (DOMES) se ocupa de los posibles efectos ecológicos de la extracción de nódulos de manganeso en aguas profundas. Se ha previsto que los programas MESA se prosigan hasta 1985.

En el Reino Unido, el Natural Environment Research Council ha realizado investigaciones sobre la contaminación del medio natural (NERC, 1976) haciendo especial hincapié en los estuarios (NERC, 1975). En unos 30 sistemas estuarinos de la Gran Bretaña se están estudiando los diversos problemas ecológicos que plantea la evacuación de desechos en los ríos y en el medio estuarino.

En el Cuadro 16 se resumen las actividades científicas de importancia internacional para el estudio de la contaminación del mar.

Cuadro 16

Organizaciones, conferencias y otras actividades internacionales importantes relacionadas con la contaminación del mar (aproximadamente en orden cronológico y procurando agrupar las actividades afines)

(según Waldichuk, 1973, modificado)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
Grupo de Trabajo de la COI sobre la Contaminación del Mar	COI (Unesco)	Sólo se reunió una vez, en agosto de 1967, y luego se disolvió.	IOC, 1967
Grupo Mixto de Expertos en Aspectos Científicos de la Contaminación del Mar (GESAMP)	OCMI-FAO-Unesco-OMM-OMS-OIEA-NU-PNUMA	Se reunió por primera vez en marzo de 1969 y anualmente desde entonces para examinar los problemas de la contaminación del mar de importancia internacional sobre una base interdisciplinaria. Hay grupos de trabajo del GESAMP sobre: a) Evaluación de los riesgos de sustancias dañinas en el medio marino; b) Principios para formular criterios de calidad del agua costera; c) Bases científicas para determinar las concentraciones y los efectos de los contaminnntes del mar; d) Bases científicas para la evacuación de desechos en el mar; e) Efecto del petróleo en el medio marino; y f) Aspectos científicos de la contaminación debida a la exploración y explotación del lecho marino	GESAMP, 1969, 1970, 1971, 1972b, 1973a, 1974a, 1974b, 1976a, 1976b, 1976c, 1977a, 1977b
Grupo Mixto de Trabajo del Comité Asesor sobre Investigaciones de los Recursos Marinos, el Comité Científico de Investigaciones Oceánicas y la Organización Meteorológica Mundial	FAO(ACMRR)-SCOR-OMM(AGOR)	Se reunió en Ponza y en Roma (Italia) del 29 de abril al 7 de mayo de 1969. Entre otros, definió los problemas de la contaminación del mar que requieren investigación.	ACMRR-SCOR-WMO(AGOR), 1969
Grupo Especial de Trabajo de la COI sobre el Programa Ampliado a Largo Plazo de Exploración e Investigación Oceánicas (LEPOR)	COI (Unesco)	Se reunió en la Unesco, París, del 16 al 21 de junio de 1969 para preparar un proyecto de esbozo general del alcance del Programa Ampliado a Largo Plazo de Exploración e Investigación Oceánicas (LEPOR), que comprende una sección sobre la contaminación del mar.	IOC, 1969, 1970a

Cuadro 16 (continuación)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
Grupo de Expertos en Política Científica y Planeamiento a Largo Plazo (GELTSPAP)	COI (Unesco)	Celebró su primera y única reunión en Mónaco, del 16 al 25 de septiembre de 1970. Estableció los detalles para el Programa Ampliado a Largo Plazo de Exploración e Investigación Oceánicas (LEPOR), con inclusión de una propuesta para la Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME).	IOC, 1970c
Decenio Internacional de Exploración Oceánica (IDOE)	COI (Unesco). Sufragado por los organismos nacionales de financiamiento de la ciencia, tales como la Oficina del IDOE de la NSF de los Estados Unidos	Programa iniciador de estudios cooperativos bilaterales y multilaterales de los Estados Unidos sobre el medio marino. Es un importante elemento del LEPOR de la COI.	NAS-NAE, 1969; NAS-NRC, 1971; Goldberg, 1972b,c NACOA, 1975
Seminario sobre métodos de detección, medición y vigilancia de contaminantes en el medio marino (FAO, Roma, 4-10 de diciembre de 1970)	FAO-Unesco-OIEA-SCOR-OMM	Se preparó un informe sobre las mejores técnicas disponibles para medir diversos contaminantes del mar	FAO, 1971b
Conferencia técnica sobre la contaminación del mar y sus efectos en los recursos vivos y la pesca (FAO, Roma, 9-18 de diciembre de 1970)	FAO	Importante conferencia internacional sobre el estado de la contaminación del mar y sus efectos sobre los recursos vivos marinos	FAO, 1971a; Ruivo, 1972
Grupo Mixto de Trabajo ACMRR-SCOR-ACOMR-GESAMP sobre la Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME)	FAO-SCOR-OMM-Unesco-OCMI-OIEA-OMS-NU	Se reunió en San Marco di Castellabate y Roma (Italia) del 11 al 18 de octubre de 1971 y preparó un informe definitivo. Determinó las necesidades de investigación sobre la contaminación del mar y preparó un esbozo para la GIPME.	FAO, 1971c
Grupo de Trabajo ACMRR-IABO sobre Indices Ecológicos para medir el estado de los recursos vivos afectados por tensiones ambientales	ACMRR(FAO)-IABO	Designado por su órgano patrocinador (FAO) y otros grupos afines (GIC de la GIPME, SCOR) para esta función en 1973. Informe publicado en 1976.	FAO, 1971c; SCOR, 1973; IOC, 1973b; ACMRR-IABO, 1976

Cuadro 16 (continuación)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
Grupo de Trabajo ACMRR-ACOMR-ECOR-ICES-SCOR sobre Investigación de la Contaminación del Mar (Grupo de Trabajo 45 del SCOR)	ACMRR(FAO)-ACOMR-ECOR-ICES-SCOR	Se reunió por primera vez en Londres el 30 de marzo de 1973 para un mandato y un plan de actividades encaminados principalmente a asesorar al GIC de la GIPME sobre las necesidades de coordinación de las investigaciones sobre la contaminación del mar. En su segunda reunión (noviembre de 1973) decidió cambiar su nombre por el de Grupo de Enlace SCOR-ACMRR-ECOR-ICES-GESAMP sobre investigaciones marinas relacionadas con la contaminación. Posteriormente disuelto.	SCOR, 1973b
Grupo de Trabajo ACMRR sobre Efectos Biológicos de los Contaminantes	ACMRR(FAO)-IABO	Organizado en 1973 para examinar los ensayos biológicos y otros aspectos de los efectos biológicos de la contaminación del mar. La labor quedó terminada en 1976 y se publicaron informes.	FAO, 1971c; SCOR, 1973; GESAMP, 1973a; ACMRR-IABO, 1977a, 1977b
Grupo de Trabajo ACMRR sobre Acumuladores Biológicos	ACMRR(FAO)	Organizado en 1974 para examinar los programas de investigación y de operaciones en curso, evaluar las especies bioacumuladoras, recomendar métodos de trabajo normalizados y formular directrices para estudios experimentales. En 1976 se terminó su labor y se publicaron informes.	FAO, 1975b; Portman, 1976; Bernhard, 1976
Grupo de la OMS sobre Efectos Subletales de los Contaminantes en los Organismos Marinos	OMS	Propuesto en 1972 para examinar los efectos sobre los organismos acuáticos de la misma serie de contaminantes a los que puede estar expuesto el hombre. El estudio sobre la platija del Fiordo de Oslo es una de las primeras de esas investigaciones.	ICES, 1973b; WHO, 1975a
Grupo Intergubernamental de Trabajo sobre la Contaminación del Mar	NU	Uno de los grupos de trabajo del Comité Preparatorio de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Primera reunión en Londres, 14-18 de junio de 1971; segunda reunión en Ottawa, 8-12 de noviembre de 1971.	UN, 1971a, 1971c

Cuadro 16 (continuación)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
		Encargado de formular 23 principios para la preservación del medio marino y un proyecto de convención sobre el control de la contaminación por inmersión en el océano.	
Comisión de Vigilancia del Comité Científico de Problemas del Medio (SCOPE)	CIUC/SCOPE	Preparó un informe sobre la vigilancia mundial del medio para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. La tercera Asamblea General del SCOPE se celebró en Vancouver (Canadá) del 11 al 15 de agosto de 1975.	ICSU/SCOPE, 1971
Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, Suecia, 5-16 de junio de 1972)	NU	Aprobó 23 principios para la protección del medio marino, así como 26 principios y 109 recomendaciones para actividades ambientales.	UN, 1972a, 1973a; UNGA, 1972
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)	Los Estados Miembros hacen contribuciones al Fondo para el Medio Ambiente, administrado por la Secretaría de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente por conducto del Consejo de Administración	Se instituyó en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Se asignan fondos para proyectos ambientales propuestos por las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, ajustados a los componentes funcionales del Plan de Acción, que consiste en: 1) evaluación ambiental (Vigilancia de la Tierra); 2) ordenación ambiental; y 3) actividades de apoyo. La vigilancia de la tierra comprende: a) Sistema Mundial de Vigilancia del Medio (SIMUVIMA); b) Sistema Internacional de Referencia (SIR); c) Revisión y d) Evaluación.	UN, 1972a; UNEP, 1973; UN, 1973
Reunión Intergubernamental sobre Vertido de Desechos en el Océano (Reykjavik, Islandia, 10-15 de abril de 1972)	Gobierno de Islandia	Preparó proyectos de artículos para una Convención sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertido de Desechos.	Iceland, 1972a, 1972b
Conferencia Intergubernamental sobre la Convención relativa al Vertido de Desechos en el Mar (Londres, Inglaterra, 30 de octubre-10 de noviembre de 1972)	Gobierno del Reino Unido, Estados participantes	Convención aprobada el 13 de noviembre de 1972. Los instrumentos de ratificación se depositan ante el Gobierno del Reino Unido mientras se formulan otras disposiciones. Ratificada por el número necesario de países en diciembre	U.K. 1972; UNGA, 1973

Cuadro 16 (continuación)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
		de 1975 y puesta en vigor. Administrada actualmente por la OCMI.	
Conferencia Internacional sobre la Contaminación del Mar (Londres, Inglaterra, 8 de octubre-2 de noviembre de 1973)	OCMI	Se formuló una nueva convención sobre el control de la contaminación por petróleo y otras sustancias nocivas procedentes de los barcos, con inclusión de los desperdicios y las aguas residuales producidos por los barcos.	IMCO, 1973b, 1973c; IMCO, 1973a
Grupo Internacional de Coordinación (GIC) de la Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino (GIPME)	COI (Unesco)	Se reunió por primera vez en Londres (abril de 1973) para coordinar las investigaciones sobre la contaminación del mar en el plano mundial. Inició un estudio sobre el "estado de salud del océano". En su segunda reunión (Nueva York, julio de 1974) preparó un plan general para la GIPME, y en su tercera reunión (París, junio de 1975), un plan de ejecución. Recomendó que se formara un Comité de Trabajo de la COI para la GIPME, que celebró su primera reunión en Hamburgo del 18 al 22 de octubre de 1976	IOC, 1973b, 1974, 1975a, 1976a, 1976b
Grupo Mixto COI/OMM de Planeamiento del IGOSS (IPLAN)	COI (Unesco), OMM	Celebró su primera reunión en la Unesco, París, del 26 al 30 de junio de 1972. Estableció un plan preliminar para un programa coordinado de vigilancia de la contaminación en el marco del IGOSS	IOC/WMO, 1972a
Grupo de Expertos en Investigaciones Oceanográficas relacionadas con el IGOSS (IRES)	COI (Unesco), OMM	Celebró su tercera reunión en la Unesco, París, del 25 al 29 de septiembre de 1972. Estableció la base científica y esbozó un plan para un proyecto experimental de vigilancia de la contaminación en el Atlántico Norte.	IOC, 1972c
Grupo Especial del IRES sobre el Petróleo y los Componentes Disueltos en el Agua del Mar (Kiel, R. Federal de Alemania, 12-16 de marzo de 1973)	COI (Unesco), OMM	Examinó los métodos disponibles de muestreo y análisis del petróleo en el agua del mar. Recomendó procedimientos normalizados para el Proyecto experimental del IGOSS sobre la vigilancia de la contaminación del mar (petróleo)	IOC, 1973c

Cuadro 16 (continuación)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
Seminario sobre entradas, destinos y efectos del petróleo en el medio marino (Airlie, Virginia, Estados Unidos de América, 21-25 de mayo de 1973)	Ocean Affairs Board, Commission on National Resources, National Research Council, Washington D.C.	Examinó todos los aspectos del petróleo en el medio marino y sacó varias conclusiones, entre ellas que "los efectos más dañinos del petróleo son indudablemente el ensuciamiento de las playas con aceite y alquitrán, la amenaza para las aves marinas y la modificación de las comunidades bentónicas a lo largo de las costas contaminadas donde el petróleo está fuertemente incorporado en los sedimentos.	NAS, 1975b
Coloquio y seminario sobre vigilancia de la contaminación del mar (petróleo)(Gaithersburg, Md., Estados Unidos de América, 13-17 de mayo de 1974)	COI (Unesco), OMM, U.S. Department of Commerce	Examinó los métodos de muestreo y análisis del petróleo en el mar como ayuda al proyecto experimental del IGOSS para la vigilancia de la contaminación del mar (petróleo)	NBS, 1974
Subgrupo Mixto II COI/OMM de Vigilancia de la Contaminación del Mar (Rockville, Md., Estados Unidos de América, 2-22 de mayo de 1974)	COI (Unesco), OMM	Preparó un Plan de Operaciones para el Proyecto Experimental de Vigilancia de la Contaminación del Mar en el Marco del IGOSS	IOC/WMO, 1974
Reunión especial del Subgrupo Mixto COI/ OMM de Expertos del Proyecto Experimental de Vigilancia de la Contaminación del Mar (Petróleo) en el marco del IGOSS (Kiel, R.F. de Alemania, 15-19 de septiembre de 1975)	IOC (Unesco), OMM	Examinó los métodos de recogida y análisis de muestras de hidrocarburos del petróleo a mayores profundidades en el mar y recomendó métodos y patrones de referencia.	IOC/WMO, 1975
Conferencia Anual sobre Prevención y Control de la Contaminación por Petróleo	American Petroleum Institute, U.S. Environmental Protection Agency, U.S. Coast Guard	La Conferencia de 1975 se celebró en San Francisco, California (Estados Unidos de América) del 25 al 27 de marzo y se han publicado sus actas. La Conferencia de 1977 se celebró en Nueva Orleans, La., del 8 al 10 de marzo de 1977. Se trataron numerosos temas, incluidos los efectos del petróleo en el medio y en la biota marinos	API, 1975

Cuadro 16 (continuación)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
Investigaciones Cooperativas en el Mediterráneo (CIM)	Coordinadas por el Grupo Mixto COI-ICSEM-GFCM de Coordinación Técnica de las CIM	Se ocupa principalmente de oceanografía y recursos acuáticos y sólo secundariamente de la contaminación del mar	Joseph, 1970; Ritchie-Calder, 1972
Grupo de Trabajo del GFCM sobre la Contaminación del Mar en el Mediterráneo y Consultas de Expertos sobre los proyectos del GFCM relativos a la contaminación del Mediterráneo	GFCM (FAO)	Creado en 1969 como grupo especial de trabajo para preparar una revisión y luego como grupo permanente encargado de establecer planes para estudios de referencia sobre contaminantes en las especies comerciales y sobre efectos ecológicos de la contaminación en el Mediterráneo, como parte del Plan de Acción para el Mediterráneo del PNUMA	GFCM, 1972; FAO, 1974c
Reunión Intergubernamental sobre la Protección del Mediterráneo (Barcelona, 28 de enero-4 de febrero de 1975)	PNUMA	El principal objetivo de la reunión fue aprobar un Plan de Acción para proteger el Mediterráneo. Examinó un programa coordinado de investigación, vigilancia y evaluación del estado de la contaminación en el Mediterráneo, junto con medidas de protección	UNEP, 1975
Consulta de expertos sobre el Proyecto Conjunto Coordinado de Vigilancia de la Contaminación en el Mediterráneo (Msida, Malta, 8-13 de septiembre de 1975)	COI (Unesco), OMM, PNUMA	La consulta tuvo por objeto establecer los documentos operacionales de dos proyectos experimentales: a) estudio de referencia y vigilancia del aceite y los hidrocarburos del petróleo en aguas marinas; y b) problemas del transporte costero de contaminantes	IOC, 1975g
Consulta de Expertos sobre el Proyecto Coordinado Conjunto relativo a la Contaminación en el Mediterráneo (Roma, 23 de junio-4 de julio de 1975)	FAO(GFCM)/ PNUMA	La reunión tuvo por objeto establecer planes de operaciones para cuatro proyectos: a) investigación de los efectos de los contaminantes en las comunidades y los ecosistemas marinos; b) estudios de referencia y vigilancia de metales, particularmente el mercurio, en los organismos marinos; c) estudios de referencia y vigilancia del DDT, los PCBs y otros hidrocarburos clorados en los organismos marinos; y d) investigación de los efectos de los contaminantes en los organismos marinos y sus poblaciones.	FAO/UNEP, 1975

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
Consulta de Expertos sobre el Programa de Control de la Calidad del Agua Costera en el Mediterráneo (Ginebra, 15-19 de diciembre de 1975)	OMS/PNUMA	La consulta tuvo por objeto establecer planes de operaciones para el proyecto de control de la calidad del agua costera.	WHO, 1975b
Seminario Internacional COI-GFCM-ICESEM sobre la Contaminación del Mar en el Mediterráneo (Montecarlo, 9-14 de septiembre de 1974)	COI (Unesco) GFCM (FAO)	Se examinaron los problemas críticos de la contaminación en el Mediterráneo y se esbozaron proyectos experimentales de estudios de referencia, vigilancia e investigación.	IOC, 1975c
Conferencia de Plenipotenciarios sobre la Protección del Medio Marino contra la Contaminación en el Mediterráneo (Barcelona, España, 2-16 de febrero de 1976)	PNUMA/Organizaciones del sistema de las Naciones Unidas	Convocada para aprobar un anteproyecto de convención para la protección del medio marino contra la contaminación en el Mediterráneo.	PNUMA, 1976
Coloquio Internacional sobre la Evacuación de Aguas Residuales por las Alcantarillas Marinas (Londres, Inglaterra, 27 de agosto-6 de septiembre de 1974)	Department of Environment del Reino Unido	Examinó numerosos aspectos de la evacuación de aguas residuales en el mar, tales como: problemas regionales, indicadores de la contaminación por aguas residuales, efectos de los contaminantes no microbianos, normas microbiológicas, tratamiento de aguas residuales, mortalidad microbiana, dispersión en el mar y modelos predictivos.	Gameson, 1975; Waldichuk, 1974-1975
Seminario OTAN/CCMS sobre la contaminación costera (Ostende, Bélgica, 8-13 de junio de 1975)	Comité de Desafíos a la Sociedad Moderna (CCMS) de la OTAN	Bélgica acogió al seminario por haber sido el país de ejecución del proyecto experimental del CCMS sobre la contaminación costera. Se examinaron los aspectos físicos, químicos y biológicos de la contaminación costera y se propusieron modelos que permitieran hacer predicciones.	NATO, en prensa
Seminario sobre la protección de las aguas costeras contra la contaminación procedente de fuentes terrestres (Lisboa, Portugal, 17-22 de noviembre de 1975)	Comisión Económica para Europa (CEPE)	Se examinaron los problemas de la contaminación costera y algunas medidas preventivas de interés para la comunidad económica europea.	ECE, 1976

Cuadro 16 (continuación)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES)	Estados Miembros	Esta organización sumamente eficaz se creó en 1901 para ocuparse sobre todo de la hidrografía y la pesca en el Mar del Norte, el Mar Báltico y el Atlántico Noreste. Tiene un Grupo de Trabajo sobre la contaminación en el Mar del Norte que coordina las investigaciones pertinentes en este mar.	ICES, 1969, 1970a, 1970b, 1973a, 1973b, 1974a, 1974b, 1975a, 1975b, 1977a, 1977b, en prensa; Fonselius, 1970; Kullenberg and Talbot, 1974
Programa de Investigación Global de la Atmósfera (GARP)	Comité de Organización OMM/CIUC	Se ha examinado el transporte de contaminantes por la atmósfera y su transferencia al mar. En 1964 se ejecutó el Experimento del Atlántico Tropical de GARP (GATE) y en 1979 se ejecutará el Primer Experimento Mundial de GARP (FGGE)	Döös, 1970; WMO-ICSU, 1970
Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (Caracas, Venezuela, junio-agosto de 1974; Ginebra, marzo-abril de 1975; Nueva York, 15 de marzo-7 de mayo de 1976; Nueva York, 2 de agosto- 17 de septiembre de 1976; Nueva York, 23 de mayo-15 de julio de 1977)	Naciones Unidas	Se están negociando nuevas convenciones sobre: mares territoriales; zonas de pesca, lucha contra la contaminación; y exploración y explotación del lecho marino y del fondo oceánico fuera de los límites de la jurisdicción nacional.	UN, 1972b, 1976
Programa Biológico Internacional - Productividad Marina (PBI/PM)	Coordinado por un Comité Internacional del PBI. Apoyado por los organismos nacionales de financiamiento de la ciencia tales como la National Science Foundation de los Estados Unidos de América y el National Research Council del Canadá	Concebido como un programa quinquenal para 1965-1970, se extendió en algunos casos hasta 1974. En algunos estudios de este programa se examinaron las perturbaciones del medio marino por las actividades del hombre.	SCOR, 1973
Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB)	Coordinado por la Unesco y apoyado por los organismos nacionales de financiamiento de la ciencia	Sólo muestra interés periférico por el medio marino, es decir, los estuarios y las zonas costeras. La cuarta reunión del Consejo Internacional de Coordinación del MAB se celebró en París del 18 al 28 de noviembre de 1975.	MAB/Unesco, 1972a, 1972b, 1973

Cuadro 16 (continuación)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
Asociación Internacional de Investigaciones sobre la Contaminación del Agua (IAWPR)	Organizada y coordinada por un órgano rector internacional	La primera Conferencia Internacional de Investigaciones sobre la Contaminación del Agua se celebró en Londres (Inglaterra) en 1962. Se celebran conferencias cada dos años. La séptima de ellas se celebró en París (Francia) en septiembre de 1974, la octava en Sydney (Australia) en octubre de 1976 y la novena se celebrará en Suecia en 1978. Las actas de las conferencias se publican en la colección Advances in Water Pollution Research. La IAWPR publica también la revista internacional Water Research que abarca el campo de las investigaciones sobre la contaminación del agua. Las investigaciones sobre la contaminación del mar son uno de los tres principales sectores abarcados. De vez en cuando se convocan conferencias sobre temas especializados.	Pearson, 1964; Berger, 1965; Jenkins, 1971; SCOR, 1973
Estudio de los Problemas Críticos del Medio Ambiente (SCEP) (Williamstown, Mass., 1-29 de julio de 1970)	Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge Mass., Estados Unidos de América	Examinó la influencia del hombre en el medio mundial, hizo una evaluación y formuló recomendaciones sobre actividades.	MIT, 1970
Estudio de la Influencia del Hombre sobre el Clima (SMIC) (Wijk, Estocolmo, Suecia, 28 de junio-16 de julio de 1971)	MIT, Real Academia Sueca de Ciencias y Real Academia Sueca de Ciencias de la Ingeniería	Examinó la influencia del hombre sobre el clima, así como las modificaciones inadvertidas del clima por procesos tales como la emisión de contaminantes a la atmósfera.	MIT, 1971
Vigésimo Coloquio Nobel, "Los cambios químicos de los océanos" (Aspenäsgarden, Lerum, y Chalmers University of Technology, Göteborg, Suecia, 16-20 de agosto de 1971)	Fundación Nobel	Mediante comunicaciones y deliberaciones oficiales, examinó las características del medio marino y de la atmósfera junto con los cambios producidos por el hombre.	Dyrssen and Jagner, 1972
Segundo Congreso Internacional sobre Contaminación del Mar y Evacuación de Desechos en el Mar (San Remo, Italia, 17-21 de diciembre de 1975)	Varios	Examinó concretamente la evacuación de aguas residuales domésticas e industriales en el medio marino.	Pearson and De Fraja Frangipane, 1975

Cuadro 16 (continuación)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
Conferencia Internacional sobre Metales Pesados en el Medio Ambiente (Toronto, Ontario, Canadá, 27-31 de octubre de 1975)	National Research Council del Canadá, U.S. Environmental Protection Agency, OMS y otros	Se presentaron y examinaron muchos problemas científicos relativos a los metales pesados existentes en el medio ambiente, incluidas las aguas marinas.	Ward, 1975
Conferencia Nacional sobre Bifenilos Policlorados (Chicago, Illinois, Estados Unidos, noviembre de 1975)	U.S. Environmental Protection Agency	Se examinaron los problemas de los bifenilos policlorados en los lagos, los ríos, los estuarios y otros medios marinos costeros con respecto a sus efectos sobre los organismos acuáticos y el hombre.	Ayer, 1976
Coloquios, conferencias, grupos de expertos, seminarios y grupos de trabajo sobre radiactividad	OIEA, con la cooperación ocasional de la FAO, la OMS y la OCMI, junto con las autoridades regionales y nacionales de la energía atómica	Estas reuniones se convocan cuando es necesario para examinar los problemas de la evacuación de desechos radiactivos, las prácticas para el transporte y el manejo de radioisótopos sin riesgo, la determinación de problemas ambientales asociados a los reactores ambientales y para preparar manuales, normas, directrices y reglamentos.	OIEA 1960, 1961a, 1961b, 1965, 1966, 1967a, 1967b, 1969, 1970, 1971a, 1971b, 1971c, 1973a, 1973b, 1975a, 1975b, 1975c, 1975d, 1975e, 1976
Coloquio de la Asociación Internacional para las Ciencias Físicas del Océano (IAPSO) sobre la Contaminación del Mar, XVI Asamblea General de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (Grenoble, Francia, 25 de agosto-6 de septiembre de 1975)	IAPSO con la IAMAP y la IAVCEI	Coloquio interdisciplinario sobre la contaminación del mar, incluidos los aspectos de oceanografía física y química marina de la contaminación del agua y el aire.	Anon, 1976
Seminario de la Comisión Económica para Europa (CEE) sobre la protección de las aguas costeras contra la contaminación de fuentes terrestres (Lisboa, Portugal, 17-22 de noviembre de 1975)	CEE	Examinó los problemas planteados y propuso medidas de lucha contra la contaminación de las aguas costeras por fuentes terrestres.	ECE, 1976

Cuadro 16 (continuación)

Organo o conferencia	Organización internacional u otro organismo	Comentarios	Referencias bibliográficas
Conferencia del Comité Científico de la OTAN sobre investigaciones toxicológicas en ecología: efectos de los metales pesados y los compuestos orgánicos halogenados (Mont Gabriel, P.Q., Canadá, 1974)	División de asuntos científicos de la OTAN	Se examinaron los siguientes temas: a) entrada, distribución y destino de los metales pesados y los compuestos orgánicos halogenados en el medio físico; b) absorción, transformación metabólica y mecanismo de acción de esas sustancias en los organismos vivos; y c) circulación de los metales pesados y los compuestos orgánicos halogenados en las cadenas alimentarias y efectos resultantes.	McIntyre and Mills, 1976
Grupo de Trabajo de Expertos en Obligación y Responsabilidad Civil por Contaminación y otros Daños Ambientales (PNUMA, Nairobi, 23 de febrero-4 de marzo de 1977)	PNUMA con la participación de expertos de los gobiernos y las organizaciones internacionales, incluida la OCMI	Convocado por el PNUMA en aplicación del Principio 21 de la Conferencia de Estocolmo y la Declaración y Decisión 66 (IV) del Consejo de Administración del PNUMA. Examinó los mecanismos de la responsabilidad con respecto a ciertos tipos de daños ambientales. Se propusieron los siguientes temas de estudio: a) contaminación del mar por minería frente a la costa; b) contaminación del mar por fuentes continentales; c) contaminación del aire; y d) contaminación de los ríos.	
Seminario del Sector Industrial del PNUMA sobre la conservación del medio en la industria petrolera (Unesco, París, 29 de marzo-1º de abril de 1977)	PNUMA, con la participación de los gobiernos, las organizaciones internacionales y la Asociación Internacional de la Industria del Petróleo para la Conservación del Medio (IPIECA)	El propósito del seminario era intercambiar información y opiniones entre los gobiernos, la industria del petróleo y las instituciones internacionales en relación con la conservación del medio en la industria del petróleo. Se llegó, entre otras, a las siguientes conclusiones: a) rápida aplicación de la Convención de 1973 para la Prevención de la Contaminación por los Barcos; b) necesidad de investigaciones a largo plazo sobre el efecto ambiental de los derrames de petróleo; y c) fomento de la ayuda a los países en desarrollo para que pueda reaccionar eficazmente en las emergencias de contaminación por petróleo.	

Intercambio de datos

La oceanografía tiene una experiencia relativamente larga y satisfactoria de archivo y recuperación de datos. El tratamiento y la clasificación mecánicos de datos han facilitado considerablemente la investigación en oceanografía física y química. Durante los años 50 se establecieron centros nacionales de datos oceanográficos en los países que desplegaban actividades en oceanografía. El U.S. National Oceanographic Data Centre de Washington, D.C. fue uno de los primeros que se establecieron. Como resultado de la necesidad del intercambio oceanográfico de datos, derivada de los programas del Año Geoffsico Internacional 1975, se crearon el Centro Mundial de Datos A, establecido en Washington, D.C. y el Centro Mundial de Datos B, establecido en Moscú (URSS) bajo la dirección del Consejo Internacional de Uniones Científicas y atendidos por las Academias Nacionales de Ciencias respectivas.

Casi desde su creación en 1960, la COI formó un Comité de Trabajo para el Intercambio Internacional de Datos Oceanográficos (IODE). En las deliberaciones del GESAMP se reconocieron rápidamente los problemas del archivo de datos sobre la contaminación del mar en un formulario normalizado. El Presidente del GESAMP se puso en contacto por correspondencia en una o dos ocasiones con el Presidente del Comité de Trabajo del IODE a fin de examinar las posibilidades de archivar datos sobre la contaminación del mar. En parte como resultado de estas peticiones y en parte debido a las necesidades del IGOSS para su proyecto experimental, se formó un Grupo Especial de Datos sobre la Contaminación del Mar, que sometió su primer informe al Comité de Trabajo para el IODE en su séptima reunión (Nueva York, julio de 1973).

Se sometieron a la octava reunión del Comité de Trabajo para el IODE, que se celebró en Roma, en mayo de 1975 (IOC, 1975b) las recomendaciones de un Grupo Ampliado de Datos sobre la Contaminación del Mar. Estas recomendaciones se referían en gran parte a la notificación, el archivo, la recuperación y el intercambio de datos sobre los hidrocarburos del petróleo obtenidos en el Proyecto Experimental del IGOSS y de otros datos químicos que puedan estar disponibles en los archivos de los laboratorios nacionales. Como resultado de la primera reunión del Comité de Trabajo de la GIPME (IOC, 1976b) se dirigirá al Comité de Trabajo sobre IODE una propuesta relativa al intercambio de datos e información de la GIPME. Además, el segundo Seminario COI/OMM sobre vigilancia de la contaminación del mar (petróleo) (IOC, 1976e) estimuló las medidas para mejorar el intercambio de datos sobre la contaminación del mar. El Grupo Especial del IODE sobre Datos Relativos a la Contaminación del Mar, reunido en París en mayo de 1977, formuló varias directrices sobre este tema.

El Grupo Especial del IDOE de Datos sobre la Contaminación del Mar y el Subgrupo Mixto (COI, ICES, OIEA, FAO, IHO, OMM, OMS, OCMI y PNUMA) sobre tratamiento y recuperación de información y datos interdisciplinarios e interinstitucionales (IMAR) han preparado un sistema internacional centralizado de referencia a fuentes de datos, llamado Servicio de Información y Referencia a Datos e Información sobre el Medio Marino (MEDI).

Para ayudar a los científicos a localizar las fuentes de datos sobre el medio, el Subgrupo IMAR ha publicado una "Guía de los servicios internacionales de datos sobre el medio marino" (Unesco, 1975), que enumera los centros de datos marinos que poseen registros de datos pertinentes. Por ejemplo, el Centro de Datos Pesqueros (FDC) de la FAO posee datos sobre las concentraciones de contaminantes en los organismos marinos, así como sobre la evaluación de poblaciones de peces y vigilancia de las capturas. La FAO ha compilado un Directorio de Instituciones dedicadas a investigaciones sobre la contaminación (FAO, 1974b) y un Inventario de datos sobre contaminantes en los organismos acuáticos (FAO, 1976b). El Directorio incluye unas 200 instituciones y da detalles sobre actividades de proyectos con índices por país del proyecto, zona geográfica abarcada, contaminante y organismo huésped. Se han examinado otras 1.200 instituciones y se publicará (a petición del Comité de Trabajo de la GIPME) un inventario con información sobre la financiación de los proyectos y el personal que los ejecuta y una lista de las publicaciones relacionadas con esos proyectos.

Con ayuda de la FAO y de la OMS, la Comisión de Codex Alimentarius formula normas internacionales sobre las concentraciones de contaminantes en los alimentos, con inclusión de los de origen marino, así como un código deontológico para el comercio internacional de alimentos.

En 1959 se estableció el Sistema de Información sobre Ciencias Acuáticas y Pesca (ASFIS) de la FAO y la COI, cuyo principal servicio, la revista de Resúmenes Analíticos sobre Ciencias Acuáticas y Pesca (ASFA) se está ampliando para dar más información sobre ciencias físicas. Las instituciones nacionales de Canadá, Francia, República Federal de Alemania, Reino Unido, URSS y Estados Unidos de América están colaborando en el sistema y se espera que otras se sumen a él. Se ha previsto que el sistema estará completamente automatizado en 1978 y que podrán suministrarse cintas a los centros de datos para satisfacer las necesidades regionales y nacionales de búsquedas retrospectivas de información bibliográfica. La Marine Biological Association del Reino Unido (MBA-UK), Plymouth, compila información sobre la contaminación en los sistemas acuáticos, incluidas las publicaciones no convencionales. Establecido en 1970, el Centro de Información sobre la Contaminación del Mar del MBA-UK contiene actualmente la colección más completa del mundo de publicaciones sobre la contaminación marina y estuarina, con unos 15.000 asientos. La revista mensual Marine Science Content Tables, iniciada en 1965, reproduce los índices de materias de las principales revistas de ciencia y tecnología. Esta revista sigue difundiendo rápidamente información sobre publicaciones esenciales de ciencia y tecnología marinas y publica un calendario de las futuras reuniones sobre ciencia del mar y pesca (FAO, 1977b).

El Sistema Internacional de Información Nuclear (INIS), del Organismo Internacional de Energía Atómica, con la participación de unas 50 naciones, proporciona documentación sobre las publicaciones más importantes de todo el mundo relacionadas con las funciones del OIEA, mediante una colección bibliográfica cooperativa mundial automatizada de información sobre ciencia y tecnología nucleares. . La Organización Mundial de la Salud propugna la utilización de sistemas bibliográficos automatizados, tales como el MEDLINE y el TOXLINE (ambos en los Estados Unidos) para asuntos relacionados con las ciencias sanitarias y médicas. La Organización Meteorológica Mundial coordina el Sistema Internacional de Cartas Perforadas de Meteorología Marina (IMMPC) para el almacenamiento de observaciones meteorológicas marinas para uso nacional y para intercambio internacional. Según el plan de la Vigilancia Meteorológica Mundial de la OMM, los datos de meteorología marina se conservan en centros meteorológicos mundiales y en ciertos centros meteorológicos regionales como parte de sus colecciones completas de datos meteorológicos.

El Consejo Internacional para la Exploración del Mar posee un Servicio Hidrográfico que ha recogido en forma impresa y en cinta magnética prácticamente todos los datos de oceanografía física y química recogidos durante 1902-1962 en la región del ICES por sus países miembros. Su Inventario de las investigaciones oceanográficas en las estaciones meteorológicas oceánicas del Atlántico Norte, publicado anualmente, abarca ahora todo el periodo de observaciones de esos barcos meteorológicos. En sus Annales Biologiques, el ICES publica las anomalías de temperatura de la superfice del mar en 14 regiones de la parte septentrional del Atlántico Norte. El Servicio Hidrográfico publica medias mensuales de la temperatura superficial y la salinidad en ciertas zonas del Mar del Norte y de la parte noreste del Atlántico Norte.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente ha organizado recientemente un Sistema Internacional de Referencia (SIR) a fuentes de información ambiental. El SIR será el punto normal de acceso a otros sistemas de información y de datos del PNUMA, tales como el Registro Mundial de Aportes de los Ríos a los Océanos, el Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente y el Registro Internacional de Productos Químicos potencialmente Tóxicos, a medida que éstos se desarrollen.

Necesidades y programas de formación

El muestreo y análisis de contaminantes en el medio marino y en su biota requiere medios y conocimientos de los que sólo disponen relativamente pocos laboratorios del mundo. Las investigaciones de los efectos de los contaminantes sobre los organismos y los ecosistemas marinos se realizan en menos laboratorios todavía. Esto requiere no sólo una gran capacidad para ejecutar experimentos en el laboratorio y en el mar, sino también un conocimiento fundamental de los procesos fisiológicos. Para cualquier tipo de investigación mundial sobre la contaminación del mar es necesario formar científicos y técnicos en muchos laboratorios, particularmente de los países en desarrollo.

Los seminarios regionales, como los realizados sobre el Mediterráneo en Mónaco en septiembre de 1974 (IOC, 1975f), sobre las aguas de Asia Oriental en abril de 1976 (IOC, 1976d) y sobre el Caribe y regiones adyacentes (IOC, 1976f), pueden ser un primer paso eficaz para establecer

programas regionales de formación. Además, pueden iniciarse proyectos regionales de investigación de la contaminación del medio marino. Por ejemplo, en el Seminario del Caribe (IOC, 1976f) se propusieron seis proyectos experimentales de estudios: 1) fuentes, efectos y destinos del petróleo y los productos petrolíferos en el Caribe, el Golfo de México y las regiones adyacentes; 2) aspectos sanitarios de la evacuación de desechos antropogénicos en el medio marino; 3) investigación del régimen hidrológico en la medida que afecta al transporte y al destino de los contaminantes en las lagunas costeras y los estuarios; 4) efecto de los remolinos en mediana escala sobre la transferencia y la mezcla de los contaminantes; 5) efectos de los contaminantes, especialmente los procedentes de aguas residuales domésticas e industriales, sobre los ecosistemas tropicales de importancia económica; 6) estudios de referencia y vigilancia de productos químicos persistentes en el Caribe, el Golfo de México y las regiones adyacentes; y 7) experimentos controlados sobre los efectos de los contaminantes en los organismos marinos y en las comunidades ecológicas tropicales. La Organización Mundial de la Salud, en colaboración con el Organismo Danés de Desarrollo Internacional (DANIDA), organiza cursos eficaces de formación relacionados con la proyección de la salud del hombre, y con el muestreo, análisis y control de los contaminantes del mar (WHO/DANIDA, 1976). La FAO, en colaboración con el Organismo Sueco de Desarrollo Internacional (SIDA) organiza desde 1972 cursos anuales de formación sobre la contaminación del mar, orientados hacia la protección de los recursos vivos (FAO/SIDA, 1974a). Uno de estos cursos se ha celebrado en Lima (Perú), del 10 de febrero al 22 de marzo de 1975 (FAO/SIDA, 1975) como ejercicio regional de formación para los países latinoamericanos. El cuarto curso de formación, sobre ensayos biológicos y toxicológicos, se impartió en Kristineberg (Suecia) del 30 de octubre al 29 de noviembre de 1975 (FAO/SIDA, 1976a). El quinto Seminario sobre contaminación del mar en relación con los recursos vivos se celebró en Manila (Filipinas) del 17 de enero al 27 de febrero de 1977 con asistencia de 25 participantes de 11 países en desarrollo de la región de Asia Oriental. El sexto Seminario FAO/SIDA se celebrará en Africa Oriental a principios de 1978. Las lecciones de los cursos se han publicado en una serie de informes sobre diferentes aspectos de la medición y evaluación de la contaminación del mar (FAO/SIDA, 1974b, 1976b). Se prevén nuevas actividades de formación regionales como parte del programa de laboratorios regionales sobre contaminación acuática que está planeando la FAO en varias partes del mundo en desarrollo. El primero de estos laboratorios se creará en Mombasa (Kenya) y está en la fase inicial de planeamiento con el apoyo financiero del SIDA.

Por conducto de su Comité de Trabajo sobre Enseñanza, Formación y Asistencia Mutua en Ciencias del Mar (TEMA), la COI ha coordinado varios programas de formación oceanográfica en el Caribe, Africa y Asia Sudoriental (IOC, 1975c, 1975d). Los programas de formación propuestos por el GIC de la GIPME, según lo recomendado por su Subgrupo Especial de Necesidades de Formación y Asistencia Técnica, podrían ser coordinados por el Comité de Trabajo de la COI sobre TEMA. A principios de 1975, el Dr. T. Hirano, del Instituto de Investigaciones Oceánicas de la Universidad de Tokio, hizo alguna labor fundamental como preparación del Seminario Internacional COI-FAO-PNUMA sobre la contaminación del mar en aguas de Asia Oriental (IOC, 1975a). Como resultado del segundo Seminario COI/OMM sobre vigilancia de la contaminación del mar (petróleo) (IOC, 1976e) se impartió un curso de formación sobre vigilancia de la contaminación del mar (petróleo) en el Laboratorio Marino de la Duke University, Beaufort, Carolina del Norte (Estados Unidos) en noviembre-diciembre de 1976, al que asistieron 22 participantes de 19 países miembros. El Estudio Cooperativo del Kurosivo y Regiones Adyacentes, coordinado por la COI, ha dado un gran impulso al trabajo oceanográfico en el Japón en años recientes, y algunos de los estudios realizados pueden tener interés para la investigación de la contaminación del mar en el Pacífico Occidental.

Hay otras varias actividades de formación, como el programa SCOPE-PNUMA con el Chelsea College of Technology, que podrían ser un medio útil de formar personal técnico para los laboratorios de investigación de la contaminación del mar. En colaboración con la Unesco, el Gobierno del Japón ha patrocinado un curso de formación sobre el medio marino en la Facultad de Pesca de la Universidad de Hokkaido, Hokadate, Hokkaido (Sugawara, 1974). En 1969, el ICES organizó, con el apoyo de la Unesco, un curso de oceanografía química (ICES, 1970b). Con ayuda de la COI y fondos fiduciarios del Reino Unido, la Unesco está organizando un curso de química marina relacionada con los estudios sobre la contaminación, haciendo hincapié en las técnicas especializadas, que comenzará en enero de 1978. En la Open University del Reino Unido se ha proyectado otro curso cooperativo, en el que interviene la División de Ciencias del Mar de la Unesco, destinado a promover las ciencias del mar en los países en desarrollo.

La formación de técnicos puede realizarse mediante cursos intensivos de dos meses a dos años de duración. Sin embargo, la capacidad científica sólo puede adquirirse mediante estudios de tercer grado en un centro acreditado de enseñanza superior. Hace falta ayuda financiera en forma de becas

para los estudiantes de talento, de modo que la capacidad científica esencial pueda impartirse a un número suficiente de personas para trabajar en el campo de la contaminación del mar. Debería estimularse a los científicos que ya han alcanzado altos niveles de capacidad en determinadas disciplinas a interesarse en los estudios sobre la contaminación del mar mediante becas de postdoctorado a fin de realizar investigaciones sobre problemas de la contaminación del mar en centros nacionales e internacionales reputados por su excelencia en ciertos aspectos del medio marino. Por ejemplo, el Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina de Mónaco, podría formar especialistas en medición de radiactividad, metales e hidrocarburos clorados, siempre que pudieran asignarse alumnos a cada uno de los científicos durante seis meses por lo menos.

Varias universidades e institutos tecnológicos han establecido hoy día programas de estudios sobre problemas del medio, incluida la contaminación del mar. Hace falta un inventario de los servicios de este tipo disponibles en todo el mundo para poder orientar a los estudiantes interesados en dedicarse a esos estudios. Donde no existan tales servicios oficiales de formación debería estimularse a las universidades y las escuelas superiores competentes a establecer centros e institutos de estudios ambientales.

Varios organismos de las Naciones Unidas y sus grupos de trabajo están preparando directrices y manuales sobre métodos para los estudios marinos. Este material es con frecuencia especializado (FAO, 1975a; Portmann, 1976; Bernhard, 1976; WHO/DANIDA, 1976) y constituye un suplemento de los textos ordinarios sobre métodos de química marina (Strickland and Parsons, 1972; Grasshoff, 1976).

Lagunas en las actividades de lucha contra la contaminación del mar y prioridades para actividades futuras

Si se examina cuidadosamente el estado de los conocimientos sobre el océano mundial, pronto podrán encontrarse muchas lagunas. No se conocen nada bien los efectos de los contaminantes críticos sobre el medio marino y sus recursos vivos, de manera que sólo pueden hacerse conjeturas sobre las consecuencias a largo plazo de esa contaminación. Sin embargo, emprender un programa de investigación para estudiar todos los aspectos de la contaminación del mar sería muy costoso. En consecuencia, es indispensable ser muy selectivo al elegir temas prioritarios para el estudio de la contaminación del mar, a fin de que el conocimiento pueda aplicarse del modo óptimo para luchar contra la contaminación. Se están estableciendo convenciones internacionales para controlar la contaminación del mar de determinadas fuentes. Para ser eficaces, esas convenciones tienen que estar apoyadas en una información científica sólida.

1. Legislación

Se han establecido bastante expeditivamente convenciones internacionales para combatir la contaminación por los barcos y por el vertido de desechos en el mar. Sin embargo, quedan grandes lagunas que deben colmarse antes de que pueda resolverse plenamente el problema de la contaminación del mar. Algunas de estas lagunas están suplidas por la legislación nacional (U.S. House of Representatives, 1970), pero éste no es el caso general, Como los vientos y las corrientes marinas ignoran las fronteras nacionales, los desechos de una nación pueden afectar fácilmente a las aguas costeras de otras. Estas fuentes de contaminación (Cuadro 16) no están incluidas en las convenciones vigentes y requieren una acción internacional urgente. Podemos agruparlas como sigue:

a) Fuentes de contaminación situadas en la costa, incluidas las descargas fluviales;
b) Emisiones atmosféricas y;
c) Contaminación debida a la exploración y explotación del lecho marino y su subsuelo.

Se supone que algunos de estos problemas serán resueltos por la Tercera Conferencia sobre el Derecho del Mar, en la que el apartado c) y el control de la contaminación por los barcos en particular han sido examinados detalladamente. Sin embargo, a falta de un acuerdo internacional en esa tribuna, será necesario algún otro mecanismo para implantar el control de esas fuentes que, según se ha estimado, representan alrededor del 90% de la contaminación del océano.

2. Estado de salud del océano

El examen de toda la información disponible sobre la contaminación del medio marino demuestra que hay una penuria de datos fidedignos sobre las concentraciones existentes de contaminantes críticos en varias partes del océano mundial. Es cierto que la mayor parte de estas sustancias se encuentran todavía en concentraciones muy pequeñas y hay pocos expertos que puedan medir exactamente esas materias en el agua, los sedimentos y los recursos vivos. Sin embargo, los métodos de muestreo y análisis han progresado lo suficiente en años recientes para que pueda adquirirse una imagen mundial fidedigna de las concentraciones y las distribuciones de los contaminantes críticos en el medio, siempre que se haga previamente una buena normalización e intercalibración de los métodos.

Por consiguiente, un primer requisito es adquirir datos de referencia de alta calidad en cierto número de puntos significativos del océano mundial. Un segundo requisito es determinar la entrada de esas sustancias por conducto de: 1) la atmósfera; 2) los ríos; 3) las alcantarillas costeras; y 4) los barcos.

Debería adoptarse una estrategia destinada a conseguir la cooperación de los expertos mundiales y de los laboratorios más adelantados para obtener los datos necesarios. Se propone la siguiente serie de medidas para adquirir esa información:

a) Organizar un seminario de expertos mundiales en los diversos contaminantes críticos del medio marino, es decir: i) metales; ii) productos químicos sintéticos, como el DDT, los PCBs y los clorofluorocarburos; iii) los hidrocarburos del petróleo; iv) los elementos radiactivos; v) los desechos sólidos. El objetivo del seminario consistirá en recapitular lo que se sabe actualmente sobre las concentraciones de esos grupos de contaminantes en el medio marino y en determinar los mejores (más sencillos, más fidedignos y más sensibles) métodos de análisis.

b) Seleccionar una red de unas 100 estaciones bien elegidas en el océano mundial, donde se medirán todos los contaminantes críticos del agua a varias profundidades durante un tiempo especificado (tal vez de dos meses) por métodos comparables, como reconocimiento de referencia.

c) Seleccionar unas 100 estaciones costeras, alejadas de la influencia directa de los ríos, donde se medirán los mismos contaminantes del agua y a las mismas profundidades durante el mismo periodo, como reconocimiento de referencia.

d) En 50 estuarios importantes del mundo, elegidos por su buena distribución geográfica, medir las concentraciones de contaminantes críticos en el agua fluvial a intervalos mensuales a lo largo de un año, que comprenda el periodo de las observaciones oceanográficas.

e) En las estaciones oceánicas y costeras, recoger plancton mediante arrastres verticales para hacer análisis de los contaminantes críticos durante el periodo de observaciones oceanográficas.

f) En las estaciones oceánicas y costeras, fijar en balsas sujetas a boyas acumuladores biológicos adecuados (por ejemplo, mejillones) durante dos meses por lo menos para hacer análisis de la absorción de contaminantes críticos.

g) En estaciones convenientemente situadas (unas 50 que abarquen todas las zonas críticas de la tierra, particularmente donde hay grandes emisiones industriales a la atmósfera) medir mensualmente las concentraciones de contaminantes críticos a altitudes seleccionadas a lo largo de un año, comprendido el periodo de observaciones oceanográficas.

3. Investigaciones sobre la contaminación del mar

Se ha dicho a veces que la legislación ambiental no puede ser mejor que la información en la que se apoya. Hay muchos sectores de la ciencia ambiental y ecológica en la que puede descubrirse fácilmente la falta de conocimientos básicos. A continuación se enumeran algunas de las necesidades más evidentes:

a) Alteración del ecosistema marino debido a la entrada de contaminantes o a la reestructuración del medio. En particular hace falta información cuantitativa sobre los ecosistemas estuarinos que a menudo sostienen las fases juveniles de las especies anadromas o incluso pelágicas de importancia comercial que pueden utilizar los estuarios como desovaderos y criaderos. Hacen falta modelos de ecosistemas verificados con datos prácticos para fines predictivos en la evaluación del efecto ambiental de las actividades de desarrollo.

b) Efectos subletales de los distintos contaminantes y de sus mezclas sobre los organismos marinos. Especialmente se necesitan técnicas sencillas de medición, tales como la velocidad de crecimiento de los hidroideos o la de regeneración de los filamentos del biso de los mejillones. Hay que conocer los efectos de los contaminantes, en particular de los efluentes voluminosos, como las aguas de refrigeración, sobre el comportamiento de los peces costeros y anadromos, ya que pueden ser afectadas la migración y la reproducción.

c) Interacción de los efectos subletales de los contaminantes con los efectos ambientales sobre los organismos marinos. Todas las especies tienen un intervalo óptimo de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en el que el efecto de un contaminante es mínimo. Fuera de ese intervalo, hay un efecto sinérgico del contaminante y las condiciones ambientales desfavorables, en virtud del cual los organismos sucumben más deprisa que en las condiciones ambientales ordinarias. Este tipo de información es necesario para mejorar la ordenación y el control de la evacuación de desechos en condiciones ambientales costeras ampliamente variables.

d) Efectos de los contaminantes sobre las poblaciones. Deben establecerse técnicas para estudiar el efecto de los contaminantes sobre las poblaciones de especies marinas, independientemente de los otros efectos del hombre, como la pesca. En las poblaciones de peces lacustres se han descubierto efectos dañinos de los contaminantes. Hasta ahora, la dinámica de las poblaciones suelen tener en cuenta factores tales como el desove, el reclutamiento de una clase anual, el esfuerzo de pesca y la mortalidad natural, pero con frecuencia no se considera el efecto de los cambios ambientales en la ecuación de la dinámica de la población. Las informaciones de los laboratorios de ensayos biológicos tienen poco valor salvo en situaciones extremas. Hace falta información práctica sobre los efectos de los contaminantes, combinada con datos del laboratorio, para comprender mejor el efecto de la contaminación sobre la población de una especie.

e) Efectos de los contaminantes sobre las distintas fases de la vida. El efecto de un contaminante a concentraciones subletales sobre las especies marinas, anadromas y catadromas puede manifestarse de múltiples maneras. Por ejemplo, la exposición de las fases juveniles del salmón del Pacífico a bajas concentraciones de cobre puede reducir su capacidad para adaptarse por osmorregulación a los cambios de salinidad cuando emigran del medio fluvial al medio marino. Esto puede reducir gravemente una generación de salmones. Es necesario conocer mejor los efectos de diversos contaminantes sobre las diferentes fases de desarrollo de los organismos y no sólo de la fase más fácil de mantener en el laboratorio.

f) Criterio de calidad del agua costera para los organismos marinos. Existen pocos datos fidedignos de ensayos biológicos marinos sobre los que basar criterios de calidad del agua para la protección de los recursos vivos marinos. En muchos casos, hay que fiarse de los datos relativos al agua dulce para evaluar las concentraciones máximas admisibles de determinadas sustancias de desecho evacuadas en las aguas costeras. Hacen falta datos toxicológicos obtenidos con las fases más sensibles del desarrollo de los organismos marinos que se desea proteger, en condiciones ambientales controladas. La concentración de una sustancia letal para el 50% de los organismos de ensayo durante un periodo de exposición de 96 horas (LC 50 en 96 h) ya no es adecuada para establecer criterios válidos de calidad del agua. Se necesita conocer el umbral de concentración que provoca la respuesta, lo que puede exigir semanas o meses de exposición cuando hay un efecto acumulativo a largo plazo.

En una época en que los barcos transportan a granel gran número de sustancias y en que muchas de esas materias son evacuadas por las alcantarillas costeras, se necesita urgentemente esa información para implantar controles adecuados en la ordenación de la evacuación de desechos.

g) Criterios de calidad del agua costera para los baños de mar y la protección de la salud del hombre. La utilización creciente de las playas para el recreo y el turismo en muchos países exige que se haga un estudio en gran escala de los riesgos para la salud de la contaminación con aguas residuales y desechos ambientales. Los escasos datos epidemiológicos obtenidos hasta ahora acerca

de los efectos sobre la salud de bañarse en aguas contaminadas con aguas residuales no han permitido sacar ninguna conclusión para establecer criterios aceptables de calidad de las aguas utilizadas para el baño.

h) Eutroficación marina. Algunas zonas costeras que reciben aguas residuales domésticas, u otras aguas ricas en nutrientes, están produciendo condiciones sumamente eutróficas incluso en aguas habitualmente pobres en nutrientes, por ejemplo el Mar Adriático, con grandes proliferaciones de algas del tipo de las mareas rojas y mortalidades de peces. La pesca y los usos recreativos de las playas pueden resultar perjudicados. Es necesario conocer mejor los factores que producen un enriquecimiento excesivo en nutrientes y las consecuencias perjudiciales de las mareas rojas a fin de mejorar el control del tratamiento de aguas residuales y la forma de evacuar los efluentes en el mar.

i) Efectos de la bioacumulación sobre los recursos vivos marinos. Muchos recursos pesqueros han sido prohibidos por las autoridades alimentarias y sanitarias debido a grandes concentraciones de contaminantes, o no han sido aceptadas por los consumidores debido a estar manchados como resultado de la bioacumulación de sustancias extrañas presentes en el agua, en particular metales, hidrocarburos del petróleo y ciertos compuestos fenólicos. Se conocen todavía mal los mecanismos de la bioacumulación y es necesario investigarlos si se quieren implantar medidas eficaces de prevención o corrección. Además, se ignora el efecto de la sustancia bioacumulada sobre el propio organismo, excepto en ciertos casos bien estudiados, como el DDT y el mercurio. Los efectos perjudiciales de la sustancia bioacumulada sobre el propio organismo podrían imponer nuevas restricciones en las concentraciones admisibles en el medio marino cuando se formulen criterios de calidad del agua.

j) Adaptación de los organismos a los contaminantes. Algunos organismos adquieren tolerancia, sea por aclimatación o por adaptación genética, a concentraciones relativamente grandes de contaminantes. Al establecer estrategias de ordenación para el tratamiento de desechos y su evacuación en el mar sería útil conocer el mecanismo de esa adaptación, así como su importancia a largo plazo para el ecosistema y la recolección de los recursos vivos.

k) Mecanismos de detoxificación de los organismos marinos contra los metales y otras sustancias. Es sabido que ciertas proteínas, como la metalotioneina, se combinan con los metales, por ejemplo el cadmio, detoxificándolos. Se ignora si algunos organismos pueden tolerar grandes concentraciones de metales debido a la presencia de tales proteínas detoxificantes y si poseen un mecanismo para aumentar la producción de ellas en presencia de concentraciones mayores de metales. Un mejor conocimiento de los mecanismos de detoxificación permitiría formular criterios más eficaces de calidad del agua y finalmente normas para la evacuación de efluentes que contengan metales en el medio marino.

l) Biotransformación de metales y metaloides. Se ha reconocido que el complejo orgánico, metilmercurio, es una forma sumamente tóxica de este metal. Además, se ha demostrado que algunas bacterias existentes en la naturaleza pueden transformar las formas relativamente inocuas del mercurio inorgánico en la forma orgánica tóxica. ¿Cuántos otros metales y metaloides pueden ser convertidos bacteriológicamente en la forma organometálica? ¿Cuántos se vuelven más tóxicos de esta manera y cuántos se convierten en complejos inofensivos? Lo mismo que con el mercurio, podría ser necesario tomar precauciones con otras sustancias metálicas debido a su biotransformación en productos finales sumamente tóxicos en el medio ambiente.

m) Degradación de ciertas sustancias, tales como el petróleo, por los microorganismos marinos, incluido el fitoplancton. Se ha comunicado el aislamiento de cepas de microorganismos que pueden descomponer rápidamente el petróleo. La posibilidad de sembrar los derrames de petróleo con esos microorganismos ha tentado siempre a los encargados de la limpieza de las aguas contaminadas por esos derrames (en efecto, hay ya productos en el mercado que, según se afirma, producen la descomposición microbiológica del petróleo). Es necesario investigar la descomposición microbiológica del petróleo, entre otros contaminantes orgánicos, a fin de organizar mejor las actividades de limpieza de los derrames de aceite. Estas investigaciones son especialmente necesarias en los climas fríos, por ejemplo el Artico, donde la actividad microbiológica es especialmente lenta la mayor parte del año.

n) Trayectoria de las materias persistentes en el ecosistema marino. La transferencia a través de la red alimentaria marina de la mayor parte de la sustancia persistente se conoce de un

modo muy incompleto. La bioacumulación por determinadas especies y la bioamplificación ascendente en la cadena alimentaria son particularmente inquietantes cuando el predator más alto resulta ser el hombre o el alimento del hombre. El destino final de un contaminante, es decir su descomposición, su absorción por la biota o su depósito en los sedimentos, es importante en los cálculos de balance de masas para determinar el efecto a largo plazo del contaminante sobre el medio marino.

o) Transferencia de contaminantes al océano a través de los estuarios. Se sospecha que muchos contaminantes de los ríos no llegan realmente al océano abierto sino que son sustraídos del agua por procesos tales como la floculación, la sorción y la coprecipitación siendo depositados en los sedimentos. Hay que hacer estudios para adquirir un conocimiento más profundo de los procesos geoquímicos de los estuarios que eliminan los contaminantes del agua y determinan las sustancias que se depositan de esta forma en los sedimentos. La movilización de tales sustancias por las operaciones de dragado ofrece también interés vital para la protección de los recursos vivos.

p) Transferencia de contaminantes al océano a través de la atmósfera. Existe poca información cuantitativa sobre el transporte de contaminantes desde la tierra el mar por intermedio de la atmósfera, aunque se considera que esta vía es importante para algunas sustancias. Este tipo de información es esencial para el cálculo de balances de masa. Hacen falta algunos experimentos correctamente planeados para determinar el aporte de contaminantes críticos desde la tierra al mar por intermedio de la atmósfera.

q) Descomposición de los contaminantes por los factores ambientales. La descomposición natural de ciertos contaminantes expuestos a la acción del ambiente es un importante factor que debe tenerse en cuenta en todo estudio a largo plazo del efecto de los contaminantes y en los cálculos de balance de masas. Es necesario hacer experimentos sobre la descomposición de los contaminantes críticos por la acción del agua, del oxígeno, de las altas temperaturas, de la luz solar y de la desecación.

r) Capacidad de asimilación de contaminantes en diferentes zonas marinas. La carga de contaminantes que puede asimilarse o dispersarse sin peligro varía de una zona a otra del océano, según factores tales como las corrientes, el intercambio de agua por las mareas, la mezcla, los vientos, la escorrentía, la exposición al mar abierto, la temperatura y la vida animal y vegetal. Es necesario evaluar cuantitativamente la capacidad de asimilación de diversos sistemas como guía para ordenar la evacuación de desechos.

s) Modelos de ecosistemas. Hacen falta modelos sencillos y realistas de ecosistemas para asentar la ordenación sobre una base firme. Un modelo trofodinámico, que tuviera en cuenta el flujo de energía desde los productores inferiores a los predatores superiores, tal vez permitiría identificar un punto de la cadena alimentaria en que un contaminante ejercería su máximo efecto. Podría así centrarse la atención en un nivel trófico o una especie particulares, más vulnerables a un contaminante o a otro cambio artificial del medio. Esto aumentaría la capacidad de predecir el efecto de un contaminante sobre el ecosistema.

El establecimiento de modelos debe seguir las etapas necesarias con una formulación matemática lógica basada en datos ecológicos sólidos, después de lo cual deben ensayarse los parámetros críticos del modelo con datos adecuados que permitan evaluar la fiabilidad de aquél.

Conclusiones

Se ha dicho mucho sobre la contaminación de nuestro último reducto defensivo, el oceáno mundial, contra el ataque del hombre con su población creciente, con su tecnología acelerada y con sus demandas en aumento para los productos de ésta y las innovaciones para una vida mejor. Los contaminantes críticos del océano pueden clasificarse en cinco categorías: 1) los metales; 2) los productos químicos sintéticos; 3) los hidrocarburos del petróleo; 4) los radionúclidos; y 5) los desechos sólidos. Sin embargo, con la excepción de algunos componentes que han podido medirse exactamente durante largo tiempo, como por ejemplo ciertos radionúclidos, se sabe poco sobre la distribución mundial y el inventario de los contaminantes críticos del océano.

Para poder descubrir las tendencias existentes es necesario un reconocimiento de referencia de la concentración actual, exactamente medida, de los contaminantes críticos en el agua, la biota y los sedimentos del océano, así como en las principales vías de entrada (ríos, alcantarillas costeras y atmósfera). Es necesario conocer mejor los efectos de los contaminantes sobre los organismos y los ecosistemas marinos, particularmente a concentraciones subagudas durante largos periodos. Un conocimiento más profundo de los procesos marinos que determinan la transferencia de contaminantes entre los diferentes compartimentos del medio marino y de su red alimentaria nos permitiría ordenar y controlar más eficazmente la evacuación de desechos y la contaminación en el océano.

Se han adoptado convenciones internacionales para controlar la contaminación del mar por los barcos y por el vertido de desechos en el mar. Hacen falta todavía acuerdos internacionales de alcance mundial para controlar las fuentes de contaminación del mar situadas en la costa, particularmente a través de los ríos, las alcantarillas costeras y la atmósfera. Son necesarias muchas investigaciones sobre el efecto local, regional y mundial de varias clases de contaminantes para ordenar y controlar más eficazmente la evacuación de desechos en el medio marino en virtud tanto de la legislación nacional como de las convenciones internacionales.

Referencias bibliográficas [1]

ACMRR/SCOR/WMO (AGOR). 1969. Global ocean research. Rep. joint working party of the Advisory Committee on Marine Resources Research, the Scientific Committee on Oceanic Research and the World Meteorological Organization, Ponza and Rome, Italy, 29 April-7 May 1969. La Jolla, California. 54 p.

ACMRR/IABO. 1976. Indices for measuring responses of aquatic ecological systems to various human influences. A report of the ACMRR/IABO working party on ecological indices of stress to fishery resources. FAO Fish. Tech. Paper No. 151. 66 p.

ACMRR/IABO. 1977a. Reports of the ACMRR/IABO working party on biological effects of pollutants. First session, Rome, Italy, 27-31 October 1975; second session, Dubrovnik, Yugoslavia, 22-25 November 1976, and the ACMRR/IABO Expert Consultation on Bioassays with Aquatic Organisms in Relation to Pollution Problems, Dubrovnik, Yugoslavia, 16-19 November 1976. FAO Fish. Rep. No. 187, 28 p.

ACMRR/IABO. 1977b. Manual of methods in aquatic environment research. Part 4 - bases for selecting biological tests to evaluate marine pollution. Report of the ACMRR/IABO working party on biological effects of marine pollution, Food and Agriculture Organization of the United Nations and United Nations Environmental Programme. FAO Fish. Tech. Paper No. 164, 31 p.

Anon. 1973. Mobile units: world-wide rig locations. Offshore, vol. 33, p. 57-65.

____. 1975. One-armed scientists? Science, vol. 189, p. 678.

____. 1976. Symposium on Marine Pollution. Interdisciplinary symposium No. 20, XVI General Assembly, IUGG. Grenoble, France, 25 August-6 September 1975. International Association for the Physical Sciences of the Ocean. Procès-Verbaux No. 14. p. 141-149.

API. 1970. Proc. Joint Conf. Prevention and Control of Oil Spills. New York, American Petroleum Institute, 345 p.

____. 1975. Proceedings 1975 Conference on Prevention and Control of Oil Pollution, San Francisco, California, 25-27 March 1975. New York, American Petroleum Institute, 612 p.

____. 1977. Proceedings 1977 Conference on Prevention and Control of Oil Pollution, New Orleans, Louisiana, U.S.A., 8-10 March 1977. Organized jointly by the American Petroleum Institute, the Environmental Protection Agency and the United States Coast Guard. New York, American Petroleum Institute.

Ayer, F.A. (ed.). 1976. Conference Proceedings National Conference on Polychlorinated Biphenyls. Chicago, Illinois, U.S.A., November 1975. Washington, D.C., Environmental Protection Agency, Office of Toxic Substances, 471 p.

Barry, T.W. 1976. Seabirds of the southeastern Beaufort Sea. Beaufort Sea Project. Victoria, B.C., Dept. of the Environment, 41 p.

Beamish, R.J. 1974. Loss of fish populations from unexploited remote lakes in Ontario, Canada, as a consequence of atmospheric fallout of acid. Water Res., vol. 8, p. 85-95.

_____., Van Loon, J.C. 1977. Precipitation loading of acid and heavy metals to a small acid lake near Sudbury, Ontario. J. Fish. Res. Board Can., vol. 34, p. 649-658.

Berger, B.B. (ed.). 1965. Proceedings Second International Water Pollution Research Conference, Tokyo, Japan, August 1964. New York, Pergamon.

---

1) El lector debe tener en cuenta que algunas de las siguientes citas se refieren a material impreso de distribución limitada y, por lo tanto, pueden ser difíciles de obtener.

Bernhard, M. 1976. Manuál of methods in aquatic environment research Part 3 - sampling and analyses of biological material. Food and Agriculture Organization of the United Nations with the co-operation of the United Nations Environment Programme, FAO Fisheries Technical Paper No. 158, 124 p.

Blumer, M. 1969. Oil pollution of the ocean. In: D. P. Hoult (ed.). Oil on the Sea. New York, Plenum, 114 p.

_____. 1971. Scientific aspects of the oil spill problem. Environ. Aff., vol. 1 (1), p. 54-73.

_____; Erhardt, M.; Jones, J. H. 1973. The environmental fate of stranded crude oil. Deep-Sea Res., vol. 20 (3), p. 239-259.

Bolin, Bert. 1977. Changes of land biota and their importance for the carbon cycle. Science, vol. 196 (4290), p. 613-615.

Brisou, J. 1976. An environmental sanitation plan for the Mediterranean seaboard. Pollution and human health. World Health Organization, Geneva, Public Health Paper No. 62, 96 p.

Bryan, G. W. 1974. Adaptation of an estuarine polychaete to sediments containing high concentrations of heavy metals. p. 123-135. In: F. John Vernberg and Winona B. Vernberg (ed.) Pollution and physiology of marine organisms. New York, Academic Press, 492 p.

Calabrese, A.; Collier, R. S.; Nelson, D. A.; MacInnes, J. R. 1973. The toxicity of heavy metals to the embryos of the American oyster Crassostrea virginica. Mar. Biol. vol. 18, p. 162-166.

Cowell, E. B. (ed.). 1971. The ecological effects of oil pollution on littoral communities. Proc. Symp. Inst. Pet., Zool. Soc., London, 30 November-1 December 1970. Dorking, England, Bartholomew Press, 250 p.

Döös, B. R. 1970. Numerical experimentation related to GARP, Global Atmospheric Research Programme (GARP), WMO-ICSU Joint Organizing Comm., GARP Publ. Ser., vol. 6, 68 p.

Duce, R. A.; Parker, P. L.; Giam, C. S. 1974. Pollutant transfer to the marine environment. Deliberations and recommendations of the NSF/IDOE pollutant transfer workshop held in Port Aransas, Texas, 11-12 January 1974. Kingston, Rhode Island, 55 p.

Dyrssen, D.; Jagner, D. (eds.). 1972. The changing chemistry of the oceans. Nobel Symp. 20. Stockholm, Almqvist and Wiksell, 364 p.

ECE. 1976. Seminar on the protection of coastal waters against pollution from land-based sources, Lisbon, Portugal, 17-22 November 1975. Geneva, United Nations (ECE).

Edwards, R. W.; Brown, V. M. 1967. Pollution and fisheries: a progress report. Water Pollution Control, London, J. Proc. Inst. Sewage Purif., vol. 66, p. 63-78.

Ehrhardt, M.; Blumer, M. 1972. The identification of oil spills by means of gas chromatographic and spectrometric data. Environ. Pollut., vol. 3, p. 179-194.

FAO. 1971a. Report of the FAO technical conference on marine pollution and its effects on living resources and fishing, Rome, Italy, 9018 December 1970. FAO Fish. Rep., vol. 99: 188 p.

_____. 1971b. Report of the seminar on methods of detection, measurement and monitoring of pollutants in the marine environment. Organized by FAO with the support of Unesco, IAEA, SCOR and WMO, Rome, 4-10 December 1970. Supplement to the report of the technical conference on marine pollution and its effects on living resources and fishing. FAO Fish. Rep., vol. 99, Suppl. 1, 123 p.

_____. 1971c. Report of the ACMRR/SCOR/ACOMR/GESAMP joint working party on global investigation of pollution in the marine environment (GIPME), San Marco di Castellabate and Rome, Italy, 11-18 October 1971. FAO Fish. Rep., vol. 112, 21 p.

FAO. 1971d. Pollution - an international problem for fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Food Problems Report No. 14. Rome, 85 p.

____. 1974a. Review of the status of exploitation of the world fish resources. Department of Fisheries, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Fish. Circ. No. 328 (FIRS/C 328), Rome, 26 p.

____. 1974b. Directory of institutions engaged in pollution investigations - contaminants in aquatic organisms. Department of Fisheries, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Fish. Circ. No. 325, Rev. 1, Rome.

____. 1974c. Protection of the Mediterranean. Report of the consultation convened to study the protection of living resources and fisheries from pollution in the Mediterranean. Food and Agriculture Organization, Rome.

____. 1975a. Manual of methods in aquatic environment research, Part 1 - methods of detection, measurement and monitoring of water pollution. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Fish. Tech. Pap. No. 137 (FIRI/T137), Rome, 238 p.

____. 1975b. Report on the first session of the working party on biological accumulators of the advisory committee on marine resources research. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Fish. Rep. No. 160, Rome.

____. 1976a. Joint FAO (GFCM)/UNEP co-ordinated project on pollution in the Mediterranean. Circ. Gen. Fish. Coun. Mediterr. No. 4, 21 p.

____. 1976b. Inventory of data on contaminants in aquatic organisms. FAO Fish. Circ. No. 338.

____. 1977a. Joint FAO (GFCM)/UNEP co-ordinated project on pollution in the Mediterranean. Circ. Gen. Fich. Coun. Mediterr. No. 5.

____. 1977b. Marine science contents tables. March issue, Vol. 12, No. 3, Rome, Food and Agriculture Organization, 48 p.

FAO/SIDA. 1974a. Second FAO/SIDA training course on marine pollution in relation to protection of living resources. Report TF108. Rome, Food and Agriculture Organization.

_____. 1974b. Lectures presented at the second FAO/SIDA training course on marine pollution in relation to protection of living resources. Report TF108, Suppl. 1. Rome, Food and Agriculture Organization.

_____. 1975. Tercer curso de capacitación FAO/SIDA sobre contaminación de las aguas en relación con la protección de los recursos vivos. - base científica y administrativa para medidas directivas, TF9343, Roma.

_____. 1976a. Fourth FAO/SIDA training course on aquatic pollution in relation to protection of living resources. Bioassays and toxicity testing. Report TF-INT 173 (SWE). Rome, Food and Agriculture Organization.

_____. 1976b. Lectures presented at the fourth FAO/SIDA training course on aquatic pollution in relation to protection of living resources. Bioassays and toxicity testing. Report TF-INT 173 (SWE), Suppl. 1. Rome, Food and Agriculture Organization.

FAO/UNEP. 1975. Pollution in the Mediterranean. Report of the FAO (GFCM)/UNEP expert consultation on the joint co-ordinated project on pollution in the Mediterranean, held in Rome, 23 June-4 July 1975. Rome, Food and Agriculture Organization, 42 p.

Fonselius, S. H. 1970. Stagnant sea. Environment, vol. 12 (6), p. 2-11, 40-48.

Gameson, A. L. H. (ed.). 1975. Discharge of sewage from sea outfalls. Proceedings international symposium, London, England, 27 August-6 September 1974. Oxford, Pergamon, 455 p.

Garrett, W.D.; Smagin, V.M. 1976. Determination of the atmospheric contribution of petroleum hydrocarbons to the oceans. Special Environmental Report No. 6, Geneva, World Meteorological Organization, 27 p.

GESAMP. 1969. Joint IMCO/FAO/Unesco/WMO Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Rep. 1st. Sess. IMCO, London, 17-21 March 1969, GESAMP I/11, 28 p. + VI Annexes.

_____. 1970. IMCO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Rep. 2nd Sess., Unesco, Paris, 2-6 March 1970, GESAMP II/11, 20 p. + VII Annexes.

_____. 1971. IMCO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Rep. 3rd Sess., 22-27 February 1971, FAO Fish. Rep., 102, FAO, Rome, 9 p. + IX Annexes.

_____. 1972a. Updated Memorandum on the IMCO/FAO/Unesco/WMO/IAEA/UN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), 4 August 1972. 5 p.

_____. 1972b. IMCO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Rep. 4th Sess., WMO Headquarters, Geneva, 18-23 September 1972, GESAMP IV/19, 12 p. + VII Annexes.

_____. 1973a. IMCO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Rep. 5th Sess., IAEA, Vienna, 18-23 June 1973, GESAMP V/10, 9 p. + VII Annexes.

_____. 1973b. Identification of noxious and hazardous cargoes. Rep. Ad hoc panel of IMCO and GESAMP experts to review the environmental hazards of noxious substances other than oil transported by ships. Suppl. Rep. 4th Sess., GESAMP, Geneva, September 1972. GESAMP IV/2, IMCO, London, 23 p. + V Annexes.

_____. 1974a. IMCO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Rep. 6th Sess. GESAMP, WHO, Geneva, 22-28 March 1974, GESAMP VI/10, 10 p. + VI Annexes.

_____. 1974b. IMCO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Supplement to the report of the sixth session. Review of harmful substances (provisional version). WHO, Geneva, 26 September 1974, GESAMP VI/10/Suppl. 1, 26 p.

_____. 1975a. IMCO/FAO/Unesco/WMO/WHO/IAEA/UN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Rep. 7th Sess. GESAMP, IMCO, London, 24-30 April 1975. Rep. Stud. GESAMP (1), 12 p. + IX Annexes.

_____. 1975b. Scientific criteria for the selection of sites for dumping of wastes into the sea. Rep. Studies, GESAMP (3). Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 21 p.

_____. 1976a. Report of the eighth session, Rome, 21-27 April 1976. GESAMP, Rep. Stud. (4), FAO, 12 p. + Annexes I-VII.

_____. 1976b. Principles for developing coastal water quality criteria. GESAMP, Rep. Stud. (5), FAO, 23 p.

_____. 1976c. Review of harmful substances. Rep. Stud. GESAMP (2), United Nations, New York, 80 p.

_____. 1977a. Impact of oil on the marine environment. Rep. Stud. GESAMP (6), Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 250 p.

_____. 1977b. Report of the ninth session, New York, 7-11 March 1977. Rep. Stud. GESAMP, In press.

GFCM. 1972. The state of marine pollution in the Mediterranean and legislative controls. Stud. Rev. Gen. Fish. Counc. Mediterr., 51. Rome, FAO.

Goldberg, E.D. 1972a. Man's role in the major sedimentary cycle. p. 267-288. In: David Dyrssen and Daniel Jagner (eds.), The Changing Chemistry of the Oceans - Nobel Symposium 20. Stockholm, Almqvist and Wiksell, 364 p.

_____. (convenor). 1972b. Baseline studies of pollutants in the marine environment (heavy metals, halogenated hydrocarbons and petroleum). Background papers in a workshop sponsored by NSF Off. for the Int. Decade Ocean Explor. 24-26 May 1972. New York, Brookhaven National Laboratory, 799 p.

_____. (convenor). 1972c. Baseline studies of pollutants in the marine environment and research recommendations: The IDOE baseline conf., 24-26 May 1972. New York, Brookhaven National Laboratory, 54 p.

_____. (convenor). 1972d. Marine pollution monitoring: strategies for a national program. Deliberations of a workshop held at Santa Catalina Mar. Biol. Lab., Univ. California, Allan Hancock Foundation. 25-28 October 1972. Washington, D.C., National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Dept. Commerce, 203 p.

_____. (ed.). 1973. North Sea Science. Proc. NATO Sci. Comm. Conf., Aviemore, 15-20 November 1971. Cambridge, Massachusetts, U.S.A., MIT, 500 p.

_____. (ed.). 1975. The Nature of Seawater. Dahlem Konferenzen Berlin. Berlin, Abakon Verlagsgesellschaft, F.R.G., 719 p.

_____. (ed.). 1976a. Strategies for Marine Pollution Monitoring. New York, Wiley - Interscience, 320 p.

_____. 1976b. The Health of the Oceans. Paris, The Unesco Press, 172 p.

Grasshoff, Klaus. 1976. Methods of Seawater Analysis. Weinheim, F.R.G., and New York, Verlag Chemie, 317 p.

Helle, E., M. Olsson and S. Jensen. 1976. PCB levels correlated with pathological changes in seal uteri. Ambio, vol. 5, p. 261-263.

Heyerdahl, T. 1972. The RA expeditions. New York, Doubleday.

Hoffman, I. (symposium chairman). 1971. Proc. Int. Symp. identification and measurement of environmental pollutants. 14-17 June 1971. National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario, 451 p.

Holme, N.A. 1969. Effects of TORREY CANYON pollution on marine life. In: D.P. Hoult (ed.), Oil on the Sea. New York, Plenum, 114 p.

Hoult, D.P. (ed.). 1969. Oil on the Sea. Proc. symp. scientific and engineering aspects of oil pollution of the sea, sponsored by MIT and Woods Hole Oceanographic Institution, Cambridge, Massachusetts, 16 May 1969. New York, Plenum, 114 p.

IAEA. 1960. Disposal of Radioactive Wastes. Conf. Proc., Monaco, 16-21 November 1959. Vienna, International Atomic Energy Agency, Vol. I, 603 p., Vol. II, 575 p.

_____. 1961a. Radioactive waste disposal into the sea. Int. At. Energy Ag., Saf. Ser. No. 5, 174 p.

_____. 1961b. Regulations for the safe transport of radioactive materials. Int. At. Energy Ag., Saf. Ser. No. 6, 72 p.

_____. 1965. Methods for surveying and monitoring marine radioactivity. Int. At. Energy Ag., Saf. Ser. No. 11, 95 p.

IAEA. 1966. Disposal of radioactive wastes into seas, oceans and surface waters. Proc. Symp., Vienna, 16-20 May 1966. Vienna, Int. At. Energy Ag., 898 p.

_____. 1967a. Regulations for the safe transport of radioactive materials. 1967 edition. Int. At. Energy Ag., Saf. Ser. No. 6, 117 p.

_____. 1967b. Basic safety standards for radiation protection. 1967 edition. Int. At. Energy Ag., Saf. Ser. No. 9, 79 p.

_____. 1969. Environmental contamination by radioactive materials. Proc. Seminar, Vienna, 24-28 March 1969. Vienna, I, 746 p.

_____. 1970. Standardization of radioactive waste categories. Int. At. Energy Ag., Tech. Rep. Ser. No. 101, 18 p.

_____. 1971a. Disposal of radioactive wastes into rivers, lakes and estuaries. Rep. sponsored by IAEA and WHO. Int. At. Energy Ag., Saf. Ser. No. 36, 77 p.

_____. 1971b. Nuclear techniques in environmental pollution. Proc. Symp., Salzburg, 26-30 October 1970. Vienna, Int. At. Energy Ag., 810 p.

_____. 1971c. Environmental aspects of nuclear power stations. Proc. Symp., New York, 10-14 August 1970. Organized by IAEA in co-operation with USAEC. Vienna, Int. At. Energy Ag., 970 p.

_____. 1973a. Regulations for the safe transport of radioactive materials. 1973 revised edition. IAEA Safety Standards, Int. At. Energy Ag., Saf. Ser. No. 6, 146 p.

_____. 1973b. Radioactive contamination of the marine environment. Proc. Symp., Seattle, Washington, U.S.A., 10-14 July 1972. Vienna, Int. At. Energy Ag., 786 p.

_____. 1975a. Laboratory manual on the use of radiotracer techniques in industry and environmental pollution. Int. At. Energy Ag., Tech. Rep. Ser. No. 161, 120 p.

_____. 1975b. Design of radiotracer experiments in marine biological systems. Int. At. Energy Ag., Tech. Rep. Ser. No. 167, 289 p.

_____. 1975c. Reference methods for marine radioactivity studies II. Int. At. Energy Ag., Tech. Rep. Ser. No. 169, 239 p.

_____. 1975d. Impacts of nuclear releases into the aquatic environment. Proc. Symp., Otaniemi, Finland, 30 June-4 July 1975. Vienna, Int. At. Energy Ag., 524 p.

_____. 1975e. Environmental effects of cooling systems at nuclear power plants. Proc. Symp., Oslo, Norway, 26-30 August 1974. Organized by the IAEA with the co-operation of the Secretariat of ECE. Vienna, Int. At. Energy Ag., 829 p.

_____. 1976. Effects of ionizing radiation on aquatic organisms and ecosystems. Int. At. Energy Ag., Tech. Rep. Ser. No. 172, 131 p.

Iceland. 1972a. Rep. Inter-Gov. Meet. Ocean Dumping (adopted Reykjavik, 15 April 1972). IMOD/4: 3 p., Annexes A, B, C, D, E.

_____. 1972b. Text of draft articles of a convention for the prevention of marine pollution by dumping (adopted at Reykjavik, Iceland, 14 April 1972). Inter-Gov. Meet. Ocean Dumping, Reykjavik, 10-15 April 1972. IMOD/2: 9 p. + Annexes I, II, III, E.

ICES. In press. Hydrocarbons in the marine environment. Proceedings of the 1975 Workshop. Rapp. Procès-Verb. Réunion. Cons. Int. Explor. Mer. No. 171.

_____. 1969. Report of the ICES working group on pollution of the North Sea. Int. Counc. Explor. Sea, Co-op. Res. Rep. Ser. A, No. 13, 61 p.

ICES. 1970a. Report of the ICES working group on pollution of the Baltic Sea. Int. Counc. Explor. Sea, Co-op. Res. Rep. Ser. A, No. 15, 86 p.

____. 1970b. Report of the study course in chemical oceanography arranged in 1969 by ICES with the support of Unesco. Int. Counc. Explor. Sea, Co-op. Res. Rep. Ser. A, No. 20.

____. 1973a. The ICES diffusion experiment, RHENO 1965. Rapp. Procès-Verb. Réunions. Cons. Inter. Explor. Mer. no. 163.

____. 1973b. Rep. Meet. working group for the study of pollution of the North Sea, Charlottenlund, Denmark, 5-7 March 1973, 6 p. + III Annexes.

____. 1974a. Report of working group for the international study of the pollution of the North Sea and its effects on living resources and their exploitation. Int. Counc. Explor. Sea, Co-op. Res. Rep. No. 39, 191 p.

____. 1974b. Research programmes for investigations of the Baltic as a natural resource with special reference to pollution problems. Co-op. Res. Rep. No. 42.

____. 1975a. Report of the working group on the effects on fisheries of sand and gravel extraction. Co-op. Res. Rep. No. 46.

____. 1975b. International Council for the Exploration of the Sea, 63rd Statutory Meeting, Montreal, P.Q., Canada, 29 September-10 October 1975. Procès-Verbal de la Réunion 1975.

____. 1977a. Results of the first year's monitoring study (1974) in the North Sea (Title tentative). Co-op. Res. Rep. No. 58.

____. 1977b. Report of the sub-group on the feasibility of effects monitoring. ICES working group on pollution baseline and monitoring studies in the Oslo commission and ICNAF areas. International Council for the Exploration of the Sea, Charlottenlund, Denmark. In press.

ICRP. 1958. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. New York, Pergamon, 18 p.

ICSU/SCOPE. 1971. Global environmental monitoring. Report submitted to the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 1972. Commission on Monitoring, International Council of Scientific Unions (ICSU), Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), Stockholm, 67 p.

IMCO. 1962a. Conference on the International Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil, London, 4-11 April 1962. Inter-governmental Maritime Consultative Organization, London.

_____. 1962b. Final Act of the Conference of Contracting Governments to the 1954 Convention, London, 4-11 April 1962. Inter-governmental Maritime Consultative Organization, London.

. 1969a. International Convention Relating to Intervention on the High Seas in Cases of Oil Pollution Casualties, signed at Brussels, 29 November 1969. London, Inter-governmental Maritime Consultative Organization.

_____. 1969b. International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage, signed at Brussels, 29 November 1969. London, Inter-governmental Maritime Consultative Organization.

_____. 1970. International Legal Conference on Marine Pollution Damage, Brussels, 10-29 November 1969. Final Act of the conference with attachments including the texts of the adopted conventions. London, Inter-governmental Maritime Consultative Organization, 88 p.

_____. 1971. International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage. London, Inter-governmental Maritime Consultative Organization.

IMCO. 1972a. Conference on Revision of the Regulations for Preventing Collisions at Sea. London, Inter-governmental Maritime Consultative Organization.

_____. 1972b. International Convention on Prevention of Pollution of the Sea by Oil 1954, including the amendments adopted in 1962 and 1969. London, Intergovernmental Maritime Consultative Organization, Sales No. IMCO. 1972, 14, 77 p.

_____. 1973a. International Conference on Marine Pollution, 1973. Final Act of the conference with attachments, including International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, and Protocol Relating to Intervention on the High Seas in Cases of Marine Pollution by Substances other than Oil. London, Inter-governmental Maritime Consultative Organization, 171 p.

_____. 1973b. International Conference on Marine Pollution, 1973. IMCO Sess. Pap., MP/CONF/1-10 and /Inf. 1-8. London, Inter-governmental Maritime Consultative Organization.

_____. 1973c. Report of the preparatory meeting of the Maritime Safety Committee. International Conference on Marine Pollution, 1973. IMCO, London, 12 February-2 March 1973, PCMP/8/3, 144 p.

_____. 1976. Report of the symposium on prevention of pollution from ships, held in Acapulco, Mexico, 22-31 March 1976. London, Inter-governmental Maritime Consultative Organization, 90 p.

_____. 1977. Report on the consultation of incineration at sea. Inter-governmental Maritime Consultative Organization, LDCII/4, 14 p. + Annexes I-IV.

IMCO/UNEP. 1976. The Mediterranean Regional Oil-Combating Centre, Manoel Island, Malta. Inter-governmental Maritime Consultative Organization and United Nations Environment Programme, leaflet, 2 p.

IOC. 1967. Report of the 1st meeting of the IOC working group on marine pollution, Paris, 14-17 August 1967. IOC/V-INF. 119 (SC/CS/150). Paris, Unesco, 8 p. + V Annexes.

_____. 1969. Draft comprehensive outline of the scope of the long-term and expanded programme of oceanic exploration and research. Special working group of the IOC on the long-term and expanded programme, Paris, 16-21 June 1969. SC/IOC-VI/7, Paris, Unesco, Appendix, 34 p.

_____. 1970a. Comprehensive outline of the scope of the long-term and expanded programme of oceanic exploration and research. IOC Tech. Ser., No. 7, Paris, Unesco-IOC, 82 p.

_____. 1970b. Summary Report. 6th Sess. Intergov. Oceanogr. Comm. 2-13 September 1969. SC/MD/19, Paris, Unesco, 25 p. + XII Annexes.

_____. 1970c. 1st Meeting of the Group of Experts on Long-Term Scientific Policy and Planning (GELTSPAP), Monaco, 16-25 November 1970. Intergovernmental Oceanographic Commission, SC/IOC-VII/11. Paris, Unesco, 31 p. + II Annexes.

_____. 1972a. Summary Report. 7th Sess. Intergov. Oceanogr. Comm., Paris, 26 October-5 November 1971. SC/MD/29. Paris, Unesco, 16 p. + X Annexes.

_____. 1972b. Summary Report. Exec. Counc. Intergov. Oceanogr. Comm., 1st Sess., Hamburg, 2-9 July 1972. IOC/EC-I/16, Unesco.

_____. 1972c. Summary Report. 3rd Sess. Group of Experts on Oceanographic Research as it relates to IGOSS, Paris, 25-29 September 1972. SC/IOC/IRES (III)/3. Paris, Unesco, 11 p. + VII Annexes.

_____. 1973a. Marine pollution monitoring (surveillance) under the framework of IGOSS. Background Pap. IOC (Unesco) for 5th Sess. GESAMP. Vienna, 18-23 June 1973. GESAMP, V/4.1, 4 p. + III Annexes.

IOC. 1973b. Summary Report. Int. Co-ord. Group (ICG) for Global Investigation of Pollution in the Marine Environment (GIPME), London, 2-6 April 1973. IOC/GIPME-I/3. London, Unesco, 8 p. + V Annexes.

____. 1973c. Report of IRES Ad hoc group on oil and dissolved constituents of sea water, 12-16 March 1973. Kiel, F.R.G., 11 p. + IV Annexes.

____. 1974. International Co-ordination Group (ICG) for the Global Investigation of Pollution in the Marine Environment (GIPME). Second session, United Nations, New York, 15-19 July 1974, Summary Report, Unesco-IOC Rept. IOC/GIPME-II/3, 7 p. + IV Annexes.

____. 1975a. International Co-ordination Group (ICG) for the Global Investigation of Pollution in the Marine Environment (GIPME). Third session, Unesco, Paris, 28 May-4 June 1975, Summary Report, Unesco-IOC Rept. IOC/GIPME-III/3, 9 p. + IV Annexes.

____. 1975b. Report of the Ad hoc group on marine pollution data (with recommendations), working committee for International Oceanographic Data Exchange, eighth session, FAO, Rome, Italy, 12-17 May 1975. Unesco-IOC Rept. IOC/IODE-VIII/12, Paris, France, 18 p.

____. 1975c. First regional Ad hoc TEMA meeting, Mexico City, Mexico, 10-12 April 1975. Summary Report, Unesco-IOC Rept. IOC/TEMA-CARIB-I/3, Paris, France, 12 p. + IV Annexes.

____. 1975d. Second regional Ad hoc TEMA meeting, Casablanca, Morocco, 3-5 June 1975, Summary Report, Unesco-IOC Rept. IOC/TEMA-AFRI-I/3, 7 p. + V Annexes.

____. 1975e. Third regional Ad hoc TEMA meeting, Manila, Philippines, 15-19 September 1975, Summary Report, Unesco-IOC Rept. IOC/TEMA-ASIA-I/3, 17 p. + V Annexes.

____. 1975f. Report of the IOC/GFCM/ICSEM international workshop on marine pollution in the Mediterranean, Monte Carlo, 9-14 September 1974, IOC Workshop Report, No. 3, Paris, IOC-Unesco, 11 p. + II Annexes.

____. 1975g. Expert consultation on the joint co-ordinated project on pollution in the Mediterranean. Including operational plans for two pilot projects: Baseline studies and monitoring of oil and petroleum hydrocarbons in marine waters; Coastal transport of pollution. Summary report of a meeting held in Msida, Malta, 8-13 September 1975, IOC/WMO/UNEP Rept. IOC/MPPP/3, 69 p.

____. 1976a. Report of the Ad hoc task team to consider Recommendation IV of the IOC/WMO Joint Task Team II on the IGOSS Pilot Project on Marine Pollution Monitoring. Third session of the International Co-ordination Group (ICG) for the Global Investigation of Pollution in the Marine Environment (GIPME), Unesco, Paris, 28 May-4 June 1975, IOC/GIPME-III/18 rev., 25 p. + Annexes I-II.

____. 1976b. Summary Report. Working committee for the Global Investigation of Pollution in the Marine Environment. First session, Hamburg, F.R.G., 18-22 October 1976, Unesco-IOC Rept. IOC/WC-GIPME-I/3, 28 p. + Annexes I-VI.

____. 1976c. A comprehensive plan for the global investigation of pollution in the marine environment and baseline study guidelines. Unesco, Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series No. 14, 42 p.

____. 1976d. Report of the IOC/FAO (IPFC)/UNEP international workshop on marine pollution on East Asian waters. Universiti Sains, Malaysia, Penang, 7-13 April 1976. Unesco, IOC Workshop Report, No. 8, 52 p.

____. 1976e. Report of the second IOC/WMO workshop on marine pollution (petroleum) monitoring. Organized with the support of UNEP, Monaco, 14-18 June 1976. Unesco, IOC Workshop Report, No. 10, 13 p. + Annexes I-VI.

IOC. 1976f. Report of the IOC/FAO/UNEP international workshop on marine pollution in the Caribbean and adjacent regions. Port-of-Spain, Trinidad, 13-17 December 1976. Unesco, IOC Workshop Report No. 11, 24 p. + Annexes I and II.

IOC/WMO. 1972a. Development of a co-ordinated pollution monitoring programme under the framework of IGOSS, joint IOC/WMO planning group for IGOSS, 1st Sess. 26-30 June 1972. IOC-WMO/IPLAN (I)/3, Annex VI. Paris, Unesco, 12 p.

_____. 1972b. Summary Report. 1st session joint IOC/WMO planning group for IGOSS, 26-30 June 1972, IOC-WMO/IPLAN (I)/3. Paris, Unesco, 15 p. + IX Annexes.

_____. 1973. An evaluation of the first year of IGOSS. Programme Inf. Circ. No. 6, 5 p. + Annexes A and B.

_____. 1974. Operational plan for the pilot project on marine pollution monitoring under the framework of IGOSS. Modified by the joint IOC/WMO Task Team II on Marine Pollution Monitoring, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Rockville, Maryland, U.S.A., 20-22 May 1974. Unesco-IOC/WMO Rept. IOC/WMO/MPMSW-I, 6 p. + 4 Appendices and II Annexes.

_____. 1975. Methods for the Collection and Analysis of Petroleum Hydrocarbon Samples at Greater Depths. Summary Report of the Ad hoc meeting of the joint IOC/WMO subgroup of experts on IGOSS Marine Pollution (Petroleum) Monitoring Pilot Project, Kiel, F.R.G., 15-19 September 1975. IOC-WMO/MAPMOPP ad hoc I/3, 6 p. + VI Annexes.

_____. 1976a. Guide to operational procedures for the IGOSS Pilot Project on Marine Pollution (Petroleum) Monitoring. Unesco, Intergovernmental Oceanographic Commission/World Meteorological Organization, Manuals and guides No. 7, 50 p.

_____. 1976b. Joint IOC/WMO subgroup of experts on the IGOSS Marine Pollution (Petroleum) Monitoring Pilot Project. Report of the first session, London, 3-7 May 1976. IOC/WMO/MAPMOPP-I/3. Paris, 18 May 1976.

_____. 1977. Integrated Global Ocean Station System. General plan and implementation programme 1977-1982. Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series No. 16; World Meteorological Organization No. 466, 37 p.

Jackim, E.; Hamlin, J.M.; Sonis, S. 1970. Effects of metal poisoning on five liver enzymes in killifish (Fundulus heteroclitus). J. Fish. Res. Bd. Canada, vol. 27, p. 383-390.

Japan Environment Agency. 1975. Quality of the Environment in Japan 1974. Tokyo, Environment Agency, 269 p.

Jenkins, S.H. (ed.). 1971. Advances in water pollution research. Proc. 5th Int. Conf. San Francisco, California and Hawaii, 1970. Oxford, Pergamon, vols. 1 and 2.

Jensen, S.; Johnels, A.G.; Olsson, M.; Otterlind, G. 1969. DDT and PCB in marine animals from Swedish waters. Nature, p. 247-250.

_____; Jernelöv, A.; Lange, R.; Palmork, K.H. 1972. Chlorinated by-products from vinyl chloride production: a new source of marine pollution. In: M. Ruivo (ed.), Marine Pollution and Sea Life, FAO, Fishing News (Books), London, 624 p.

Joseph, J. (co-ordinator). 1970. Newsletter of the Co-operative Investigations of the Mediterranean. Operational Unit 16, Bd. de Suisse, Monte Carlo, vol. 1, 61 p.

Ketchum, B.H. (ed.). 1972. The water's edge. Critical problems of the coastal zone. Cambridge, Massachusetts, U.S.A., MIT Press, 393 p.

Krenkel, P.A. (ed.). 1975. Heavy metals in the aquatic environment. New York, Pergamon.

Kullenberg, G.; Talbot, J.W. (eds.). 1974. Proc. Symp. Physical processes responsible for the dispersal of pollutants in the sea with special reference to the nearshore zone. Rapp. Procès-Verb. Réunion. Cons. Int. Explor. Mer., No. 167.

Kühnhold, W.W. 1972. The influence of crude oils on fish. In: M. Ruivo (ed.), Marine Pollution and Sea Life, FAO, Fishing News (Books), London, 624 p.

Lowman, F.G. 1960. Marine biological investigations at the Eniwetok Test Site. In: Disposal of Radioactive Wastes, Vol. 2, p. 105-138. International Atomic Energy Agency, Vienna.

_____; Rice, T.R.; Richards, F.A. 1971. Accumulation and redistribution of radionuclides by marine organisms. In: Radioactivity in the Marine Environment, p. 161-199. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 272 p.

MAB/Unesco. 1971. Final Rep. Int. Co-ord. Counc. Programme on Man and the Biosphere (MAB). 1st Sess. 9-19 September 1971. Paris, Unesco, 65 p.

_____. 1972a. Programme on Man and the Biosphere (MAB). Expert Panel on Project E: Ecological effects of human activities on the value and resources of lakes, marshes, rivers, deltas, estuaries and coastal zones. Final Report, MAB Report Series No. 5, 49 p.

_____. 1972b. Expert panel on the role of systems analysis and modelling approaches in the Programme on Man and the Biosphere (MAB). Final Report, MAB Report Series No. 2, 50 p.

_____. 1973. Programme on Man and the Biosphere (MAB). Expert Panel on Project 7: Ecology and rational use of island ecosystems. Final Report, MAB Report Series No. 11, 80 p.

McIntyre, A.D.; Mills, C.F. (eds.). 1976. Ecological toxicology research. Effects of heavy metal and organohalogen compounds. New York, Plenum, 323 p.

McKee, J.E.; Wolf, H.W. (eds.). 1963. Water quality criteria. The Resources Agency of California, State Water Quality Control Board, Publ. No. 3-A, Sacramento, California, 2nd ed., 548 p.

Milne, A.R.; Smiley, B.D. 1976. Offshore drilling for oil in the Beaufort Sea: a preliminary environmental assessment. Beaufort Sea Project. Victoria, B.C., Department of the Environment, 43 p.

MIT. 1970. Man's impact on the global environment - assessment and recommendations for action. Report of the Study Critical Environmental Problems (SCEP), Williamstown, Massachusetts, 1-29 July 1970. Cambridge, Massachusetts, U.S.A., MIT Press, 319 p.

____. 1971. Inadvertent climate modification. Report of the Study Man's Impact on Climate (SMIC), Wijk, Stockholm, 28 June-16 July 1971. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 308 p.

NACOA. 1975. The International Decade of Ocean Exploration: A Mid-Term Review. A report for the Director of the National Science Foundation. National Advisory Committee on Oceans and Atmosphere, Washington, D.C. 44 p.

NAS. 1971a. Radioactivity in the marine environment. Prepared by the panel on radioactivity in the marine environment of the Committee on Oceanography, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 272 p.

____. 1971b. Chlorinated hydrocarbons in the marine environment. Committee on Oceanography, panel on monitoring persistent pesticides in the marine environment, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 42 p.

____. 1975a. Assessing potential ocean pollutants. A report of the study panel on assessing potential ocean pollutants to the Ocean Affairs Board, Commission on Natural Resources, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 438 p.

NAS. 1975b. Petroleum in the marine environment. Workshop on inputs, fates and the effects of petroleum in the marine environment, Airlie, Virginia, 21-25 May 1973. Ocean Affairs Board, Commission on Natural Resources, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 107 p.

____. 1976. Disposal in the marine environment: An oceanographic assessment. An analytical study for the U.S. Environmental Protection Agency. Ocean Disposal Study Steering Committee, Ocean Affairs Board, Ocean Science Committee, Commission of Natural Resources of the National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 76 p.

____. 1977. Atmospheric inputs to the oceans. National Academy of Sciences, Washington, D.C., in press.

NAS-NAE. 1969. An oceanic quest: the International Decade of Ocean Exploration. Committee on Oceanography, National Research Council, National Academy of Sciences, and the Committee on Ocean Engineering, National Academy of Engineering, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 115 p.

NAS-NRC. 1959a. Radioactive waste disposal into Atlantic and gulf coastal waters. Report of the Working Group of the Committee on Oceanography. National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D.C., Publ. 655, 37 p.

_____. 1959b. Considerations in the disposal of radioactive wastes from nuclear-powered ships into the marine environment. Committee on the Effects of Atomic Radiation on Oceanography and Fisheries, National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D.C. Publ. 658, 52 p.

_____. 1962. Disposal of low-level radioactive wastes in Pacific coastal waters. A report of a working group of the Committee on Oceanography. National Academy of Sciences - National Research Council, Washington, D.C., Publ. 985, 87 p.

_____. 1971. Marine environmental quality - suggested research programs for understanding man's effect on the oceans, NAS-NRC Ocean Affairs Board, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 107 p.

NATO. 1970. Coastal Water Pollution. Pollution of the sea by oil spills, colloquium on pollution of the sea by oil spills, NATO Committee on the Challenges of Modern Society, Brussels, Belgium, 2-6 November 1970. 402 p.

_____. 1973. Proc. Conf. Modelling of Marine Systems, Ofir, Portugal, 4-8 June 1973. NATO Science Committee, Brussels, Belgium.

_____, in press. Proceedings of the NATO-CCMS coastal pollution workshop, Ostend, Belgium, 8-13 June 1975, NATO Committee on the Challenges of Modern Society, Brussels, Belgium.

NBS. 1974. Marine Pollution Monitoring (Petroleum). Proceedings of a symposium and workshop sponsored by IOC-Unesco, WMO and U.S. Dept. Commerce, held at the National Bureau of Standards, Gaithersburg, Maryland, 13-17 May 1974. NBS Spec. Publ. 409, 316 p.

NERC. 1975. Estuaries research. Report of the Natural Environment Research Council (NERC) working party on estuaries research. The Natural Environment Research Council Publ. Ser. B, No. 9, 62 p.

_____. 1976. Research on pollution of the natural environment. Report of the ad hoc preparatory group "F" on environmental pollution research. The Natural Environment Research Council Publ. Ser. B, No. 15, 66 p.

Nihoul, C.J. (ed.). 1977. Proceedings of the 9th International Liège Colloquium on Ocean Hydrodynamics. Université de Liège, Liège, Belgium. In press.

North, W.J. 1967. Tampico, a study of destruction and restoration. Sea Frontiers, vol. 13, p. 212-217.

North, W.J.; Stephens, G.C.; North, B.B. 1972. Marine algae and their relation to pollution problems. In: M. Ruivo (ed.), Marine Pollution and Sea Life, FAO, Fishing News (Books), London, 624 p.

Norway. 1972. Conv. for the Prevention of Marine Pollution by Dumping from Ships and Aircraft, Oslo, 15 February 1972, 7 p. + Annexes I, II, III.

NSF. 1973. International Decade of Ocean Exploration. Program Description. Office for the International Decade of Ocean Exploration, Second Report. National Science Foundation, Washington, D.C.

NTIS. 1976. Proceedings of the Symposium on Prevention of Marine Pollution from Ships, Acapulco, Mexico, 22-31 March 1976. National Technical Information Service, Springfield, Virginia, 22161 U.S.A., Document No. ADA 031581.

Pearson, E.A. (ed.). 1964. Advances in water pollution research. Proc. 1st Int. Conf. Water Pollution Research, London, England, 1962. Oxford, Pergamon, vol. 3, 437 p.

_____; De Fraja Frangipane, E. (eds.). 1975. Marine pollution and marine waste disposal. Proceedings of the 2nd International Congress, San Remo, Italy, 17-21 December 1973, Oxford, Pergamon, 487 p.

Peters, A.F. (ed.). 1974. Impact of offshore oil operations. The Proceedings of the Institute of Petroleum Summer Meeting, "The Impact of Offshore Oil Operations" held at Aviemore, Scotland, 20-23 May 1974, Barking, England, Applied Science Publishers Limited, 205 p.

Portmann, J.E. 1972. Results of acute toxicity tests with marine organisms, using a standard method. In: M. Ruivo (ed.), Marine Pollution and Sea Life, FAO, Fishery News (Books), London, 624 p.

_____. (ed.). 1976. Manual of methods in aquatic environment research. Part 2 - Guidelines for the use of biological accumulators in marine pollution monitoring. Food and Agriculture Organization of the United Nations with the co-operation of the United Nations Environment Programme. FAO Fish. Tech. Paper, No. 150, 76 p.

Preston, A. 1972. Artificial radioactivity in freshwater and estuarine systems. Proc. Roy. Soc. (London), 180 B, p. 421-436.

_____. 1973. Heavy metals in British waters. Nature 242, p. 95-97.

_____. 1974. Artificial radioactivity in the sea. In: E.D. Goldberg (ed.), The Sea, vol. 5, p. 817-836. New York, Interscience Publishers.

_____; Jeffries, D.F.; Dutton, J.W.R.; Harvey, B.R.; Steele, A.K. 1972. British Isles coastal waters: the concentrations of selected heavy metals in sea water, suspended matter and biological indicators - a pilot survey. Environ. Poll., 3, p. 69-82.

Pringle, B.H.; Hissong, D.E.; Katz, E.L.; Mulawka, S.T. 1968. Trace metal accumulation by estuarine molluscs. J. Sanit. Engng. Div. Am. Soc. Civ. Engnrs. 94, p. 455-473.

Pruter, A.T.; Alverson, D.L. (eds.). 1972. The Columbia River Estuary and Adjacent Ocean Waters - Bioenvironmental Studies. Seattle, Washington, University of Washington Press, 868 p.

Ritchie-Calder, Lord. 1972. The pollution of the Mediterranean Sea. Pacem in Maribus, Berne, Herbert Lang, 148 p.

Ruivo, M. (ed.). 1972. Marine pollution and sea life. London, Fishing News (Books), 624 p.

Schofield, C.L. 1976. Acid precipitation: effects on fish. Ambio, vol. 5 (5-6), p. 228-230.

SCOR. 1973. Monitoring life in the ocean. Rep. working group 29 on monitoring in biological oceanography. SCOR-ACMRR-Unesco-IBP/PM, Plymouth, 71 p.

SCOR. 1973b. Rep. 1st Meet. SCOR/ACMRR/ACOMR/ECOR/ICES Working group on marine pollution research, London, 30 March 1973, 5 p.

Skinner, B.J.; Turekian, K.K. 1973. Man and the Ocean. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, Inc.

Smith, J.E. (ed.). 1968. TORREY CANYON Pollution and Marine Life. Cambridge, Cambridge University Press, 196 p.

Strickland, J.D.H.; Parsons, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board Can., No. 167 (2nd ed.), 311 p.

Sugawara, Ken. 1974. Review. Ocean as a reservoir of elements. J. Oceanog. Soc. Japan, vol. 30, p. 243-250.

United Kingdom. 1972. Final Act of the Intergovernmental Conference on the Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matters (with Convention, Technical Memorandum and Resolution), London, 13 November 1972. London, Her Majesty's Stationery Office, Cmnd. 5169, 18 p.

UN. 1971a. Report of the 1st session Intergovernmental Group on Marine Pollution, London, 14-18 June 1971. United Nations Conf. Human Environment, A/CONF.48/IWGMP.I/5, 21 June 1971, 15 p. + XIV Annexes.

___. 1971b. Report of the 1st session Intergovernmental working group on monitoring or surveillance, Geneva, 16-20 August 1971. United Nations Conf. Human Environment, A/CONF.48/IWGM.I/3/Corr. 1, 21 September 1971, 31 p. + V Annexes.

___. 1971c. Report of the Intergovernmental Working Group on Marine Pollution, 2nd session. United Nations Conf. Human Environment, Ottawa, Ontario, 8-12 November 1971, A/CONF.48/IWGMP.II/5, 14 p. + IV Annexes.

___. 1972a. Environment Stockholm. Centre for Economic and Social Information, United Nations European Headquarters, Geneva, 23 p.

___. 1972b. Intergovernmental Meeting on Ocean Dumping, London, 30-31 May 1972. United Nations Conf. Human Environment, A/CONF.48/C.3/CRP.19, 2 p. + Annexes A, B, C.

___. 1972c. Summary Rec. 24-27th Meet., Committee on Peaceful Uses of Sea bed and the Ocean Floor Beyond the Limits of National Jurisdiction. Subcomm. III, Palais des Nations, Geneva, 31 July-3 August 1972, A/AC, 138/SC.III/SR, p. 24-26.

___. 1973. Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 5-16 June 1972. United Nations Rept. A/CONF.48/14/Rev. 1, New York, 77 p.

___. 1976. Third United Nations Conference on the Law of the Sea, New York session, 15 March-7 May 1976. Revised single negotiating text reproduced by the Office of the Law of the Sea Negotiations, Department of State, Washington, D.C., 10 May 1976, 60 p. + Annexes.

UNEP. 1973. Action plan for the human environment: programme development and priorities. Rep. Exec. Director, United Nations Environment Programme, Gov. Counc. 1st Sess., Geneva, 12-22 June 1973, 41 p. + Annex.

_____. 1975. Report of the intergovernmental meeting on the protection of the Mediterranean. Barcelona, Spain, 28 January-4 February 1975. United Nations Environment Programme, Rept. UNEP/WG.2/5, Nairobi, Kenya, 14 p. + Annex.

_____. 1976. Conference of Plenipotentiaries of the Coastal States of the Mediterranean Region on the Protection of the Mediterranean Sea, Barcelona, Spain, 2-16 February 1976. Progress report of the Executive Director on the implementation of the Mediterranean Action Plan. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, UNEP/CONF.1/INF.3, 14 p. + Annex.

Unesco. 1975. Guide to international marine environmental data services, ISBN 92-3-101290-8. Paris, Unesco, 32 p.

Unesco/SCOR. 1977. Proceedings of a seminar on the biochemistry of marine sediments. Melreux, Belgium, 29 November-3 December 1976. In press.

UNGA. 1971. Report of the Secretary-General, Prep. Comm. United Nations Conf. Human Environment, 2nd Sess., Geneva, 8-19 February 1971. A/CONF.48/PC.8, 9 December 1970, 20 p. + III Annexes.

_____. 1972. Identification and control of pollutants of broad international significance (Subject Area III). United Nations Conf. Human Environment, 5-16 June 1972, A/CONF.48/8, 101 p.

_____. 1972. Rep. United Nations Conf. Human Environment, Stockholm, 5-16 June 1972. A/CONF.48/14, 123 p. + Annexes I-V.

_____. 1973. Conv. Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter. Common peaceful uses of the sea bed and the ocean floor beyond the limits of national jurisdiction, Subcomm. III, A/AC.138/SC.III.L.29, 17 p.

United States of America. House of Representatives. 1970. Laws of the United States relating to water pollution control and environmental qualities. (p. 125-126.) Comm. Public Works, 91st Congr. 2nd Sess., Washington, D.C., U.S. Govt. Printing Office, 265 p.

_____. Senate. 1972. The Law of the Sea Crisis. Committee on Interior and Insular Affairs Staff Rep. United Nations Sea-bed Committee - the Outer Continental Shelf and Marine Mineral Development. Washington, D.C., U.S. Govt. Printing Office, 328 p.

Vernberg, F.J.; Vernberg, W.B. 1974. Pollution and physiology of marine organisms. New York, Academic Press, 492 p.

_____; Calabrese, A.; Thurberg, F.P.; Vernberg, W.B. 1977. Physiological responses of marine biota to pollutants. New York, N.Y., Academic Press, 482 p.

Vink, G.J. 1972. Koper in vis /Copper in fish/. Tno Nieuws 27, p. 493-496.

Waldichuk, M. 1973. International approach to the marine pollution problem. Ocean Management, vol. 1, p. 211-261.

_____. 1974a. Coastal marine pollution and fish. Ocean Management, vol. 2, p. 1-60.

_____. 1974b. Some biological concerns in heavy metals pollution, p. 1-57. In: F. John Vernberg and Winona B. Vernberg (eds.), Pollution and physiology of marine organisms, New York, Academic Press, 492 p.

_____. 1974-1975. Symposium report. International symposium on discharge of sewage from sea outfalls, London, England, 27 August-6 September 1974. Ocean Management, vol 2 (3), p. 261-266.

_____. 1977. Global marine pollution control and the new Law of the Sea. p. 33-50. In: E.E. Seaton, J. Burnett-Herkes and B. Morris (eds.), Implications to western North Atlantic countries of the new Law of the Sea. Bermuda Biological Station, Special Publication No. 14, 111 p.

Ward, M.K. (ed.). 1975. Proceedings International Conference on Heavy Metals in the Environment, Toronto, Canada, 27-31 October 1975. Abstracts of Papers. National Research Council, Ottawa, Canada, 634 p. Selected Papers, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Toronto, Canada, Volumes 1-3.

WHO. 1974. Fish and shellfish hygiene. Report of a WHO expert committee convened in co-operation with FAO. World Health Organization, Geneva, Technical Report Series No. 550, 62 p.

_____. 1975a. Ecological aspects of water pollution in specific geographical areas: study of sub-lethal effects on marine organisms in the Firth of Clyde, the Oslo Fjord and the Wadden Sea. Long-Term Programme in Environmental Pollution Control in Europe. Report on a working group convened by the Regional Office for Europe of the World Health Organization, Wageningen, Netherlands, 2-4 December 1974. World Health Organization, Copenhagen, 38 p.

WHO. 1975b. Report of WHO/UNEP expert consultation on coastal water quality control programme in the Mediterranean, Geneva, 15-19 December 1975. EHE/76.1, World Health Organization, 3 p. + III Annexes.

WHO/DANIDA. 1976. Coastal pollution control. WHO training course held under the auspices of DANIDA, Zealand, Denmark, World Health Organization, Geneva, Switzerland, and Danish International Development Agency, Copenhagen, Denmark; vol. I, 357 p.; vol. II, p. 359-705.

WMO-ICSU. 1970. The planning of GARP tropical experiments. Global Atmospheric Research Programmes (GARP). WMO-ICSU Joint Organizing Committee, GARP Publ. Ser., 4, 78 p.

Wood, E.J.F.; Johannes, R.E. (eds.). 1975. Tropical Marine Pollution. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 192 p.

Wood, P.C. 1976. Guide to shellfish hygiene. World Health Organization, Geneva, Offset Publication No. 31, 80 p.

APENDICE I

Lista de cuadros

Cuadro		Página
1	Categorías de zonas oceánicas y tipos de contaminación, con sus efectos sobre su utilización y su duración	11
2	Metales contenidos en el agua del mar y efectos que producen en los peces o en la cadena alimentaria (según Waldichuk, 1974b)	18
3	Movilización de metales inducida por el hombre en cantidad superior a los flujos naturales debidos a procesos geológicos, deducida de las descargas fluviales anuales en los océanos (según MIT, 1970)	20
4	Concentraciones letales medianas (LC 50) de determinados metales para los organismos marinos y algunos de agua dulce (según Waldichuk, 1974b) . .	21
5	Toxicidades (LC 50) de determinados plaguicidas para los organismos acuáticos (según Portmann, 1972 A, y McKee and Wolf, 1963 B)	23
6	Concentraciones medias de hidrocarburos clorados en los organismos de las aguas suecas, 1965-1968 (según Jensen et al., 1969)	24
7	Estimación de los aportes y los destinos del petróleo en el medio marino (según NAS, 1975b)	25
8	Porcentaje de mortalidad de los huevos de bacalao a varias edades de traslado, sometidos durante 100 horas a distintas concentraciones de extractos de películas de tres petróleos brutos (según Kühnhold, 1972)	26
9	Inventario total de los radionúclidos artificiales introducidos en el océano mundial (según FAO, 1971b)	27
10	Radionúclidos producidos artificialmente que se han detectado en el medio marino (según Preston, 1972)	28
11	Ejemplos de contenido de elementos transuránicos en los combustibles nucleares agotados (según NAS, 1975a)	29
12	Estimación de los desperdicios totales (según NAS, 1975a)	31
13	Algunos flujos del ciclo sedimentario principal (según Goldberg, 1976b) . . .	34
14	Convenciones internacionales y otros acuerdos para el control de la contaminación del mar (según Waldichuk, 1973, modificado)	35
15	Aspectos de la contaminación del mar que requieren todavía acuerdos de control internacional (según Waldichuk, 1977)	39
16	Organizaciones, conferencias y otras actividades internacionales importantes relacionadas con la contaminación del mar (aproximadamente en orden cronológico y procurando agrupar las actividades afines) (según Waldichuk, 1973, modificado)	57

APENDICE II

Lista de abreviaturas

ACC	Comité Administrativo de Coordinación
ACMP (ICES)	Comité Asesor sobre Contaminación del Mar
ACMRR (FAO)	Comité Asesor sobre Investigaciones de los Recursos Marinos
ACOMRR (OMM)	Comité Asesor sobre Investigaciones Meteorológicas Oceánicas
AIMFA	Asociación Internacional de Meteorología y Física Atmosférica
AIOB (UICB)	Asociación Internacional de Oceanografía Biológica
ALECSO	Organización de la Liga Arabe para la Educación, la Cultura y la Ciencia
API	American Petroleum Institute
ASFA	Resúmenes Analíticos sobre Ciencias Acuáticas y Pesca
ASFIS (FAO-COI)	Sistema de Información sobre Ciencias Acuáticas y Pesca
BHC (véase HCB)	
BOSEX-77	Experimento en el Mar Báltico Abierto, 1977
CCMS	Comité sobre Desafíos de la Sociedad Moderna
CEPE (Naciones Unidas)	Comisión Económica para Europa
CEPEX	Experimento de Contaminación Controlada de Ecosistemas
CICAR	Investigaciones Cooperativas en el Mar Caribe y Regiones Adyacentes
CIM	Investigaciones Cooperativas en el Mediterráneo
CINECA	Investigaciones Cooperativas de la Parte Norte del Atlántico Centro-oriental
CIUC	Consejo Internacional de Uniones Científicas
CMG	Comisión de Geología Marina
COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental
CPPS	Comisión Permanente del Pacífico Sur
CSK	Estudio Cooperativo del Kurosivo y Regiones Adyacentes
DANIDA	Organismo Danés de Desarrollo Internacional
DDT	Dicloro-difenil-tricoloroetano
DDD	Dicloro-difenil-etano
DDE	Dicloro-difenil-etileno
DOMES	Estudio Ambiental sobre Minería en Aguas Profundas
DRIFTEX	Experimento de Tarjetas a la Deriva
ECE (véase CEPE)	
ECOR	Comité de Ingeniería de los Recursos Oceánicos

EDC	1, 2-Dicloroetano
ESA	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas
ESCAP	Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FDC (FAO)	Centro de Datos Pesqueros
FGGE	Primer Experimento Mundial del GARP
GARP (OMM-CIUC)	Programa de Investigación Global de la Atmósfera
GATE	Experimento del Atlántico Tropical del GARP
GELTSPAP	Grupo de Expertos en Política Científica y Planeamiento a Largo Plazo
GEMS (véase SIMUVIMA)	
GESAMP	Grupo Mixto de Expertos OCMI-FAO-Unesco-OMM-OMS-OIEA-NU en Aspectos Científicos de la Contaminación del Mar
GFCM (FAO)	Consejo General de Pesca del Mediterráneo
GIC	Grupo Internacional de Coordinación
GIPME	Investigación Mundial de la Contaminación en el Medio Marino
GTC	Grupo de Coordinación Técnica
HCB	Hexaclorobenceno (lindano)
IABO (IUBS)	Asociación Internacional de Oceanografía Biológica (de la Unión Internacional de Ciencias Biológicas)
IAEA (véase OIEA)	
IAHS	Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas
IAMAP (véase AIMFA)	
IAPSO	Asociación Internacional para las Ciencias Físicas del Océano
IAVCEI	Asociación Internacional de Vulcanología y Química del Interior de la Tierra
IAWPR	Asociación Internacional de Investigaciones sobre la Contaminación del Agua
IBP (véase PBI)	
ICES	Consejo Internacional para la Exploración del Mar
ICG (véase GIC)	
ICITA	Investigación Internacional Cooperativa del Atlántico Tropical
ICNAF	Comisión Internacional de Pesca del Noroeste del Atlántico
ICRP	Comisión Internacional de Protección Radiológica
ICSEM	Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mar Mediterráneo
ICSU (véase CIUC)	
IDOE	Decenio Internacional de Exploración Oceánica
IGOSS	Sistema Global Integrado de Estaciones Oceánicas, Programa Conjunto COI-OMM
IHB	Oficina Hidrográfica Internacional
IHO (véase OHI)	
IIOE	Expedición Internacional al Océano Indico
IJC	Comisión Internacional Mixta

IMAR	Subgrupo Mixto Unesco-FAO-OMM-OCMI-OIEA-ICES sobre Aspectos Interdisciplinarios e Interinstitucionales del Tratamiento y la Recuperación de Datos y de Información
IMCO (véase OCMI)	
IMMPC	Sistema Internacional de Cartas Perforadas de Meteorología Marítima
INIS (IAEA)	Servicios Internacional de Información Nuclear (OIEA)
IOC (véase COI)	
IOCARIBE	Asociación de la COI para el Mar Caribe y Regiones Adyacentes
IODE	Intercambio Internacional de Datos Oceanográficos
IPFC	Consejo de Pesca del Indo-Pacífico
IPIECA	Asociación Internacional de la Industria del Petróleo para la Conservación del Medio
IPLAN	Grupo Mixto COI/OMM de Planeamiento del IGOSS
IRES	Grupo de Expertos en Investigaciones Oceanográficas Relacionadas con el IGOSS
IRS (véase SIR)	
IUGG (véase UIGG)	
IWGMP	Grupo Intergubernamental de Trabajo sobre Contaminación del Mar
IWGMS	Grupo Intergubernamental de Trabajo sobre Vigilancia u Observación
LEPOR	Programa Ampliado a Largo Plazo de Exploración e Investigación Oceánicas
MAB	Programa sobre el Hombre y la Biosfera
MAB-UK	Asociación de Biología Marina del Reino Unido
MEDI	Sistema de Referencia a las Fuentes de Datos e Información sobre el Medio Marino
MEPC	Comité de Protección del Medio Marino
MESA (NOAA)	Análisis de Ecosistemas Marinos
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NACOA (EE. UU.)	Comité Nacional Asesor sobre los Océanos y la Atmósfera
NAE	National Academy of Engineering
NAS	National Academy of Sciences
NATO (véase OTAN)	
NBS (EE. UU.)	Oficina Nacional de Normas
NERC (UK)	Natural Environment Research Council del Reino Unido
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NRC	National Research Council
NSF	National Science Foundation
NTIS (EE. UU.)	Servicio Técnico Nacional de Información
NU	Naciones Unidas
OCMI	Organización Consultiva Marítima Intergubernamental
OHI	Organización Hidrográfica Internacional
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte

PBI/PM	Programa Biológico Internacional, Productividad Marina
PCBs	Bifenilos Policlorados
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PVC	Cloruro de polivinilo
SCAR (CIUC)	Comité Científico de Investigaciones Antárticas
SCEP	Estudio de Problemas Ambientales Críticos
SCOPE	Comité Científico de Problemas del Medio
SCOR (CIUC)	Comité Científico de Investigaciones Oceánicas
SIDA	Organismo Sueco de Desarrollo Internacional
SIMUVIMA	Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente
SIR	Servicio Internacional de Referencia
SMIC	Estudio de la Influencia del Hombre sobre el Clima
TEMA	Enseñanza, Formación y Asistencia Mutua en las Ciencias Marinas Comité de Trabajo de la COI sobre Enseñanza, Formación y Asistencia Mutua en las Ciencias Marinas
UICB (CIUC)	Unión Internacional de Ciencias Biológicas
UICG (CIUC)	Unión Internacional de Ciencias Geológicas
UIGG (CIUC)	Unión Internacional de Geodesia y Geofísica
UN (véase NU)	
UNCHE	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
UNEP (véase PNUMA)	
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultu
UNGA	Asamblea General de las Naciones Unidas
USDC	Departamento de Comercio de los Estados Unidos
WECAFC	Comisión de Pesca del Atlántico Centro-Occidental
WHO (véase OMS)	
WMO (véase OMM)	